Collection Iroko

Mon livre des Sciences de la Vie et de la Terre

Tle D

Conforme au programme officiel

JD Editions
L'Edition autrement

SPECIMEN

Collection Iroko

Mon livre des

SVT

Tle D

Programme APC

Sciences de la Vie et de la Terre

YAO FIENI Francois Encadreur pédagogique de l'enseignement secondaire

KOUAME Julus Nguessan Encadreur pédagogique de l'enseignement secondaire

KOUASSI Yao Encadreur pédagogique de l'enseignement secondaire

NGUESSAN Colette Amani Professeur de lycée

OBOGUI Adagba Professeur de lycée

JD Éditions
21 B.P. 3636 Abidjan 21
Côte d'Ivoire

SPÉCIMEN

Maquette/mise en page : ESSOH N'baw

Couverture : SINGO Yves

Illustration : DALLY Evariste

© JD Éditions, Abidjan 2025

ISBN : 978-2-487642-50-8

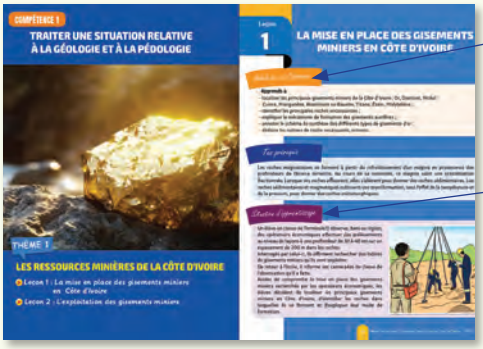
Toute représentation, traduction, adaptation ou, reproduction, même partielle, par tous procédés,en tous pays, faite sans autorisation préalable est illicite et exposerait le concerné à des poursuites judiciaires. Ref : loi du 11 mai 1957, alinéas 2 et 3 de l'article 41.
Une représentation ou reproduction sans autorisation de l'éditeur ou des auteurs constituerait une contrefaçon par les articles 425 et suivants du Code Pénal..

SPÉCIMEN

PRÉSENTATION DE VOTRE LIVRE

Le manuel des Sciences de la Vie et de la Terre de la collection « IROKO » de la classe de **T^leD** est le fruit d'une étroite collaboration entre des Encadreurs Pédagogiques et des Enseignants des Sciences de la Vie et de la Terre des lycées et collèges. Conforme au programme officiel en vigueur, cet ouvrage a été conçu pour accompagner efficacement la mise en œuvre de l'Approche Par les Compétences.

Ce souci d'aide et d'accompagnement des apprenants/apprenantes et des enseignants/enseignantes a amené les auteurs à intégrer, dans cet ouvrage, une variété d'activités et d'exercices. Cet ouvrage est subdivisé en huit (8) blocs comme suit :



1 - Habiletés et contenus

Les habiletés et contenus du programme éducatif

2 - Situation d'apprentissage

Permet à l'élève de dégager le constat, d'identifier le problème à résoudre et d'émettre des hypothèses.

3- Découvre

Activité 1

Elle regroupe l'ensemble des activités menées pour obtenir les résultats présentés sous forme de schéma, de courbe , de tableau, de texte...

Point de l'activité

Il représente la trace écrite dans le cahier de l'élève pour l'activité 1 ;

Vérifie tes acquis

L'activité d'application administrée aux élèves à la fin de chaque séance

Activité 2

Elle regroupe l'ensemble des activités menées pour traiter les résultats

Point de l'activité

Il représente la trace écrite dans le cahier de l'élève pour l'activité 2 ;

Utilise tes acquis

L'activité d'intégration administrée aux élèves à la fin de chaque leçon

APERÇU

4 - Retiens l'essentiel

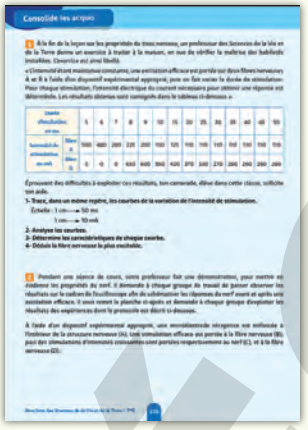
Résume les notions et les phénomènes essentiels étudiés au cours de la leçon.

5 : Renforce tes acquis

Propose des tests objectifs qui permettent à l'élève de fixer ses connaissances à la fin de chaque leçon.

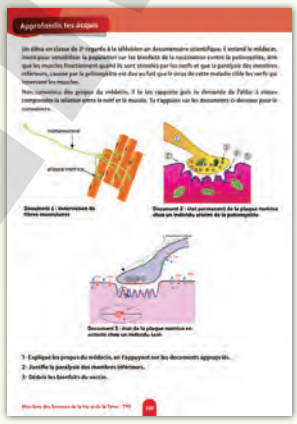
6-Consolide tes acquis

Propose des situations d'évaluation à traiter à la maison par l'élève en vue de s'auto-évaluer à la fin de chaque leçon.



7-Approfondis tes acquis

Propose une situation complexe qui permet à l'élève de vérifier sa maîtrise de la démarche scientifique et sa capacité à utiliser les outils de la discipline pour résoudre un problème.



8-Enrichis tes acquis

Apporte à l'utilisateur des informations supplémentaires sur le phénomène étudié.

9-Annexes

Des supports pédagogiques, à découper sous la direction du professeur, pour la mise en œuvre de la leçon.

Comment utiliser ce manuel ?

Le manuel des Sciences de la Vie et de la Terre de la collection **« IROKO »** est conforme au programme éducatif de la classe de **Terminale D** .. Il est conçu pour être utilisé aussi bien en classe avec le professeur qu'à la maison. Ce manuel est structuré autour de compétences et de thèmes déclinés en treize (13) unités ou leçons comportant chacune les rubriques suivantes :

- la rubrique " Habiletés et contenus" énonce les habiletés à installer au cours de chaque leçon du programme éducatif de la classe de Première D ;
- la rubrique " Tes prérequis" rappelle les notions précédemment acquises qui permettront à l'apprenant(e) d'entamer le nouvel apprentissage ;

- la rubrique "Situation d'apprentissage" permet à l'élève de dégager un constat, d'identifier un problème à résoudre et d'émettre des hypothèses ;

- la rubrique **" Découvre "** permet de dérouler la leçon à travers des activités menées pour vérifier les hypothèses. Elle comporte deux activités :

  - l'activité 1 regroupe l'ensemble des activités menées pour obtenir les résultats présentés sous forme de schéma, de courbe , de tableau... (supports didactiques nécessaires à la vérification des hypothèses ;)

  - l'activité 2 regroupe l'ensemble des activités menées pour traiter les résultats.

  "le point de l'activité ou des activités" qui représente la trace écrite dans le cahier de l'élève ;

  "vérifie tes acquis" qui porte sur un ou plusieurs tests objectifs destinés aux activités d'application administrées aux élèves pendant le déroulement de la leçon ;

  " utilise tes acquis " qui est une situation d'évaluation destinée à l'activité d'intégration administrée aux élèves à la fin de la leçon ;

- la rubrique **" Retiens l'essentiel "** permet la mémorisation des notions essentielles ;
- la rubrique **" Renforce tes acquis "** est constituée d'un ensemble de tests objectifs utilisés pour la fixation des connaissances de l'élève à la fin de chaque leçon ;
- la rubrique **" Consolide tes acquis "** est constituée de situations d'évaluation qui visent à vérifier le niveau de connaissance, de compréhension, d'analyse et de synthèse de l'élève à travers une production cohérente;

- la rubrique **" Approfondis tes acquis"** comporte une situation complexe qui vise à vérifier la maîtrise de la démarche scientifique par l'élève à travers l'utilisation cohérente et pertinente des outils des Sciences de la Vie et de la Terre;

Des conseils méthodologiques pour le traitement des situations d'évaluation et de la situation complexe sont donnés au début des rubriques "Consolide tes acquis" et "Approfondis tes acquis".

- la rubrique **" Enrichis tes connaissances"** donne des informations supplémentaires sur le phénomène étudié aux utilisateurs ;

Des documents pour la mise en œuvre des leçons sont logés dans une chemise en annexe. Ils visent à pallier les difficultés rencontrées par les professeurs quant à la mise à disposition des supports didactiques aux élèves. Les supports pédagogiques annexés à cet ouvrage sont à découper, sous la direction du professeur, par les apprenants au moment de la mise en œuvre de la leçon.

Ce manuel d'enseignement/apprentissage/ évaluation s'adresse aux enseignants, aux élèves et aux parents d'élèves.

SPECIMEN

Aux enseignant.es

Ce manuel informe l'enseignant sur la méthodologie de la discipline, l'oriente dans le choix des activités à mener en classe et la manière de les conduire. Ce manuel met à la disposition de l'enseignant des supports didactiques et pédagogiques de qualité, nombreux et variés.
Il permet à l'enseignant d'élaborer facilement sa fiche pédagogique en lui proposant la trace écrite du cahier de l'élève à travers les points des activités. Il met à la disposition de l'enseignant des exercices qui serviront pour les activités d'application administrées aux élèves à la fin de chaque séance, et pour les activités d'intégration administrées aux élèves à la fin de chaque leçon.

Dans le point de l'activité 1 vous trouverez la trace écrite du petit un (1- Expérience.s, Présentation d'expérience.s, Observation, Enquête ou présentation de texte) du plan de la leçon ainsi que l'annonce des resultats représentés par les supports didactiques.

Dans le point de l'activité 2 :

- le premier paragraphe est la trace écrite du petit trois (3- Analyse des résultats).
- le deuxième paragraphe est la trace écrite du petit quatre (4- Interprètation).
- le troisième paragraphe est la trace écrite du petit cinq (5- Conclusion).

Aux élèves

Ce manuel permet aux élèves de maîtriser la démarche scientifique, les techniques d'analyse et d'interprétation des résultats d'expériences, d'observations ou d'enquêtes, présentés sous forme de schémas, de courbes, d'histogrammes, de textes ...

Aux parents

Ce manuel est un outil d'aide efficace au renforcement des capacités de vos enfants en Sciences de la Vie et de la Terre. Il vous permet de vérifier la maîtrise des habiletés installées en classe à travers le point des activités et la résolution des exercices.

Bon usage à tous !

SPECIMEN

Méthodologie de résolution des situations d'évaluation

Pour traiter avec succès les situations d'évaluation, aux consignes simples, souvent indépendantes, il faut utiliser la méthodologie ci-dessous.

Consignes du niveau taxonomique"connaissances"

- Pour les consignes formulées à partir des verbes d'action tels que : nomme, définis, indique, précise, énumère..., il faut faire appel à tes connaissances.
- Pour les consignes formulées à partir des verbes d'action tels que : identifie, relève, annote..., il faut t'appuyer sur les ressources mises à ta disposition (schéma, texte, courbe, tableau...) et sur tes connaissances.

Consignes du niveau taxonomique"compréhension"

Pour les consignes formulées à partir des verbes d'action tels que : interprète, explique..., il faut t'appuyer sur tes connaissances.

Consignes du niveau taxonomique "traitement"

Pour les consignes formulées à partir des verbes d'action tels que : déduis, dégage, il faut tirer une conclusion de l'analyse ou de l'interprétation.

Consignes du niveau taxonomique"application"

Pour analyser des résultats, il faut utiliser la technique appropriée à la forme sous laquelle ils sont représentés.

- Résultats d'observations représentés sous forme de schémas :
  - identifier la nature de la structure représentée par le document (organisme, appareil, organe, cellule, organite cellulaire...) ;
  - relever les différentes parties ou les éléments essentiels de la structure (organes, tissus, organites...);
  - mettre en relation les différentes parties ou les éléments essentiels relevés.
- Résultats d'expériences représentés sous forme de texte :
  - extraire du texte les informations scientifiques utiles ;
  - mettre en relation ces informations scientifiques.
- Résultats d'expériences représentés sous forme de schémas :
  - relever les similitudes et les différences entre les résultats ;
  - mettre en relation les similitudes et les opposer aux différences, en utilisant des connecteurs logiques tels que : par contre, tandis que, alors, mais, cependant... .
- Résultats d'expériences ou d'observations représentés sous forme de courbes ou d'histogrammes :
  - présenter le document (la courbe traduit l'évolution du phénomène noté en ordonnée en fonction du paramètre noté en abscisse) ;
  - distinguer les différentes parties du graphique en le subdivisant en ses phases (maximum, optimum, rupture de pente...) ;
  - repérer l'origine et la fin de la courbe, les similitudes et les différences ;
  - repérer les caractéristiques de chaque partie illustrée avec les chiffres précis lus sur le graphique ;
  - mettre en relation les variations du phénomène avec les données de l'abscisse.

Consignes relatives aux savoir-faire

Pour construire une courbe, il faut :

- tracer les axes des abscisses et des ordonnées ;
- annoter les axes et écrire l'échelle donnée ou choisie ;
- placer les points aux intersections des droites verticales et horizontales ;
- tracer un trait passant par l'ensemble des points ;
- écrire la légende au-dessous de l'axe des abscisses.

SPECIMEN

Méthodologie de résolution des situations complexes

Pour traiter avec succès les situations complexes, il faut utiliser la méthodologie suivante :

- relever les étapes de la démarche scientifique visées par les consignes (émission d'hypothèses, vérification des hypothèses), par la démarche expérimentale, la démarche déductive ou par la démarche hypothético-déductive ;
- choisir les documents visés par chaque consigne ;
- préciser chaque fois le document sur lequel tu t'appuies pour répondre à une consigne donnée.

Pour répondre à la consigne suivante : « montre les activités menées qui ont permis d'obtenir les résultats d'expériences»,

représentés sous forme de schémas, de textes, de courbes, d'histogrammes, de tableaux..., il faut:

- formuler l'hypothèse dont la vérification a conduit à la réalisation de l'expérience ;
- donner le principe de l'expérience ;
- décrire le protocole expérimental ;
- dire que c'est la réalisation de l'expérience qui a permis d'obtenir les résultats.
-

Pour répondre à la consigne suivante : « montre les activités menées qui ont permis d'obtenir les résultats d'observations»

représentés sous forme de schéma, de tableau, de texte..., il faut :

- formuler l'hypothèse dont la vérification a conduit à l'observation ;
- indiquer le matériel d'observation ;
- décrire le montage si nécessaire ;
- dire que c'est l'observation de l'objet qui a permis d'obtenir les résultats.

Pour répondre à la consigne suivante : « montre les activités menées qui ont permis d'obtenir les résultats d'une enquête»,

représentés sous forme de tableau, de texte..., il faut :

- formuler l'hypothèse dont la vérification a conduit à l'enquête ;
- indiquer le lieu de l'enquête ;
- élaborer la fiche d'enquête qui se présente sous forme de questionnaire ;
- dire que c'est la réalisation de l'enquête qui a permis d'obtenir les résultats.
-

Pour répondre à la consigne suivante : «traite, exploite, ou explique les résultats d'expériences, d'observations ou d'enquêtes», représentés sous forme de schémas, de courbes, d'histogrammes, de tableaux, de textes..., il faut :

- identifier la ou les ressources visées par la consigne ;
- annoter les schémas muets ;
- analyser les résultats ;
- interpréter les résultats ;
- tirer une conclusion.

Pour répondre à la consigne suivante : «justifie, établis une relation... », il faut :

- identifier la ou les ressources visées par la consigne ;
- analyser les résultats ;
- interpréter les résultats ;
- tirer une conclusion.

SPECIMEN

Sommaire

Compétence 1

Traiter une situation relative à la géologie et à la pédologie

Thème 1 : les ressources minières de la Côte d'Ivoire 10

Leçon 1 : la mise en place des gisements miniers en Côte d'Ivoire 11

Leçon 2 : l'exploitation des gisements miniers 25

Thème 2 : la gestion des sols 42

Leçon : l'amélioration et la protection des sols 43

Compétence 2

Traiter une situation relative à la communication

Thème : la communication dans l'organisme 62

Leçon 1 : le réflexe conditionnel 63

Leçon 2 : le fonctionnement du tissu nerveux 79

Leçon 3 : le fonctionnement du muscle strié squelettique 111

Leçon 4 : le fonctionnement du cœur 139

Compétence 3

Traiter une situation relative à la reproduction et à l'hérédité

Thème 1 : la reproduction chez les êtres vivants 164

Leçon 1 : le devenir des cellules sexuelles 165

Leçon 2 : le fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme 185

Leçon 3 : la reproduction chez les spermaphytes 207

Thème 2 : la transmission des caractères héréditaires 226

Leçon 1 : la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme 227

Leçon 2 : la transmission de deux caractères héréditaires chez les êtres vivants 249

Compétence 4

Traiter une situation relative à la nutrition et à la santé

Thème 1 : le milieu intérieur 270

Leçon : le maintien de la constance du milieu intérieur 271

Thème 2 : la défense de l'organisme et son dysfonctionnement 296

Leçon 1 : le système de défense de l'organisme 297

Leçon 2 : l'infection de l'organisme par le VIH 319

Annexes détachées

Documents pour la mise en œuvre des leçons

SPECIMEN

COMPÉTENCE 1

TRAITER UNE SITUATION RELATIVE À LA GÉOLOGIE ET À LA PÉDOLOGIE

THÈME 1

LES RESSOURCES MINIÈRES DE LA CÔTE D'IVOIRE

- Leçon 1 : La mise en place des gisements miniers en Côte d'Ivoire
- Leçon 2 : L'exploitation des gisements miniers

Leçon

1

LA MISE EN PLACE DES GISEMENTS MINIERS EN CÔTE D'IVOIRE

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- localiser les principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire : Or, Diamant, Nickel Cuivre, Manganèse, Aluminium ou Bauxite, Titane, Étain, Molybdène ;
- identifier les principales roches encaissantes ;
- expliquer le mécanisme de formation des gisements aurifères ;
- annoter le schéma de synthèse des différents types de gisements d'or ;
- déduire les notions de roche encaissante, minerai.

Tes prérequis

Les roches magmatiques se forment à partir du refroidissement d'un magma en provenance des profondeurs de l'écorce terrestre. Au cours de sa remontée, ce magma subit une cristallisation fractionnée. Lorsque ces roches affleurent, elles s'altèrent pour donner des roches sédimentaires. Les roches sédimentaires et magmatiques subissent une transformation, sous l'effet de la température et de la pression, pour donner des roches métamorphiques.

Situation d'apprentissage

Un élève en classe de Terminale D observe, dans sa région, des opérateurs économiques effectuer des prélèvements au niveau de layons à une profondeur de 30 à 40 cm sur un espacement de 200 m dans les roches.
Interrogés par celui-ci, ils affirment rechercher des indices de gisements miniers qu'ils vont exploiter.
De retour à l'école, il informe ses camarades de classe de l'observation qu'il a faite.
Avides de comprendre la mise en place des gisements miniers recherchés par les opérateurs économiques, les élèves décident de localiser les principaux gisements miniers en Côte d'Ivoire, d'identifier les roches dans lesquelles ils se forment et d'expliquer leur mode de formation.

SPECIMEN

LES LIEUX DE FORMATION DES GISEMENTS MINIERS EN CÔTE D'IVOIRE

LA LOCALISATION DES GISEMENTS MINIERS EN CÔTE D'IVOIRE

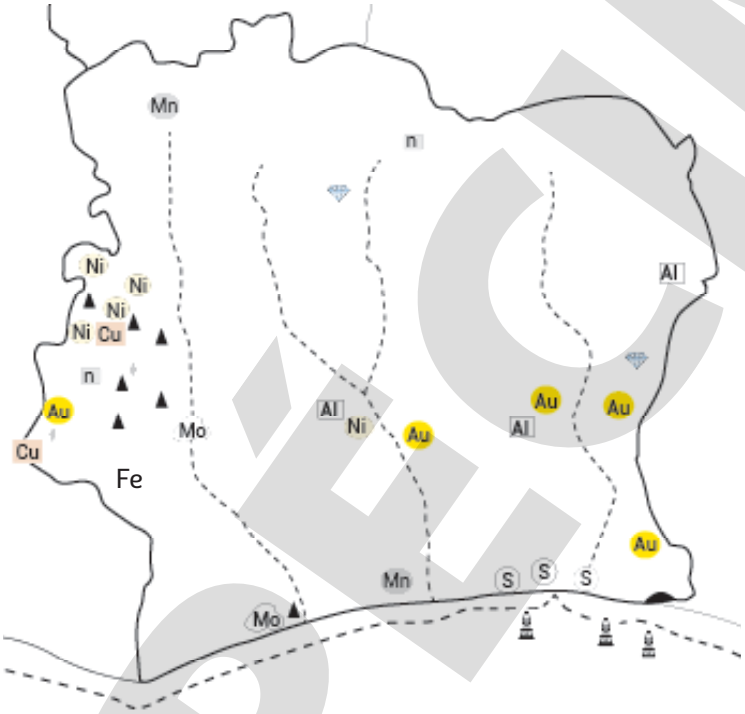
Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à la localisation des gisements miniers de la Côte d'Ivoire.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

Des prélèvements d'échantillons de sols et de sous-sols sont effectués en différents endroits du territoire ivoirien, puis analysés par des techniques appropriées, en vue d'identifier et de localiser les gisements miniers.

Les résultats des prélèvements et des analyses ont permis de réaliser la carte des ressources minières du document 1 et le tableau du document 2.



Légende
Or (Au)
Diamant (C)
Fer (Fe)
Manganèse (Mn)
Nikel (Ni)
Titane (Ti)
Cuivre (Cu)
Aluminium (Al)
Étain (Sn)
Molybdène (Mo)
Sable de verrerie (S)

Document 1 : carte de répartition des principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire

Minerais	Localisation	Forme du gîte	Période de formation
Or (Au)	Abengourou (Padiégnan), Aboisso (Aféma), Bouaflé (Angovia), Boundiali (Sissédugou), Danané (Ity), Divo (Hiré), Korhogo (Tongon), Ouellé, Tengrela (Sissengué), Toumodi (Kokoumbo)	Placers Filons	Birimien (2500-1800 Ma)

SPÉCIMEN

Diamant (C)	Agnibilékro (Amoriakro), Tortya, Séguela	Placers, filons ou inclusions	Crétacé (135 - 65 Ma)
Fer (Fe)	Man (Monts Nimba et Toto), Son-Pédro (Monogaga)	Stratiformes	Archéen (4000 - 2500 Ma)
Manganèse (Mn)	Grand-Lahou (Mokta), Odienné (Ziegmoula)	Nodules polymétalliques	Birimien
Nikel (Ni)	Biankouma (Sipilou), Sinfra, Touba	Filons ou inclusions	Archéen (4000 - 2500 Ma)
Cuivre (Cu)	Biankouma (Somapleu), Toulepleu	Lentilles ou inclusions	Archéen (4000 - 2500 Ma)
Aluminium (Al)	Bongouanou (Elinzué), Bondoukou, Sinfra	Couches stratifiées	Birimien (2500-1800 Ma)
Etain (Sn)	Man, Toulepleu	Placers, filons	Archéen (4000 - 2500 Ma)
Molybdène (Mo)	Duékoué, San-Pédro	Filons ou inclusions	Archéen (4000 - 2500 Ma)
Titane (Ti)	Jacqueville, Ferkessédougou, Man, (Sangouiné)	Placers, alluvions	Quaternaire (1,65 – 0 ,01 Ma)
Sable de verrerie	Anyaman, Bassam	Alluvions	

Document 2 : tableau des principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire

Activité 2

- ***Observe les documents 1 et 2.***
- ***Relève les ressources minières de la Côte d'Ivoire.***
- ***Localise-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

La carte de répartition des principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire (C.I) (document 1) montre que le sous-sol ivoirien regorge de nombreuses substances métallifères dont les principales sont : l'or, le diamant, le fer, le manganèse, le nickel, le cuivre, l'aluminium, l'étain, le molybdène, le titane et le sable de verrerie.

Le tableau du document 2 précise les localités dans lesquelles se retrouvent ces gisements miniers et leurs périodes de formation :

- l'**or**, sous forme de placers ou de filons, se retrouve à Abengourou (Pandigna), Aboisso (Aféma), Bouaflé (Angovia), Boundiali (Sissedugou), Danané (Ity), Divo (Hiré), Korhogo (Tongon), Ouellé, Tengrela (Sissengué), Toumodi (Kokoumbo) ;
- le **diamant**, sous forme de placers, de filons ou d'inclusions est localisé à Agniblekro (Amoriakro), à Séguela et à Tortya ;
- le **fer**, sous forme de strates, est localisé à Man et à San-pedro ;
- le **manganèse**, nodules polymétalliques, se retrouve à Grand-Lahou (Mokta) et à Odienné

SPÉCIMEN

(Ziémougoula) ;

- le **nickel**, sous forme de filons ou d'inclusions, est localisé à Biankouma (Sipilou et Samapleu), à Touba, à Sinfra...
- le **cuivre**, sous forme de filons ou d'inclusions, se retrouve à Biankouma (Samapleu) et à Touleupleu ;
- l'**aluminium**, sous forme de couches stratifiées, est localisé à Bongouanou, à Bondoukou, à Sinfra...;
- l'**étain**, sous forme de placers ou de filons, se retrouve à Man et à Toulepleu...;
- le **molybdène** sous forme filons ou d'inclusions est localisé à Duekoué, à San-Pedro ...;
- le **titane** est localisé à Man, à Ferkessédougou, à Jacqueville...;
- le **sable de verrerie**, sous forme de placers ou d'alluvions se retrouve à Anyama, à Grand-Bassam, à Port-Bouet...

Si certains gisements miniers tels que le fer, le nickel, le cuivre, l'étain, le molybdène, le titane se sont formés à l'**Archéen** entre 4000 et 2500 milliards d'années (Ma), d'autres tels que l'or, le manganèse et l'aluminium se sont formés au **Birimien** entre 2500 et 1800 Ma. D'autres encore, tels que le diamant et le sable de verrerie se sont mis en place respectivement au **Crétacé** (135-65 Ma) et au **Quaternaire** (1,65-0,01 Ma).

Les gisements miniers se sont formés en différents endroits de la Côte d'Ivoire entre 4000 et 0,01 milliards d'années, et ce, durant l'Archéen, le Birimien, le Crétacé et le Quaternaire.

Vérifie tes acquis

Les affirmations ci-dessous se rapportent aux minerais et à leur localisation en Côte d'Ivoire.

1- Le sous-sol ivoirien ne contient que du diamant.

2- Le sable de verrerie se trouve uniquement sur le littoral.

3- L'or se trouve dans les départements d'Aboisso et de Boundiali.

4- Le cuivre se trouve uniquement à l'ouest de la Côte d'Ivoire.

5- La région du centre est riche en manganèse.

6- Le fer se trouve dans toutes les régions de la Côte d'Ivoire.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

LES ROCHES QUI RENFERMENT LES GISEMENTS MINIERS EN CÔTE D'IVOIRE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE ROCHES ENCAISSANTES

Activité 1

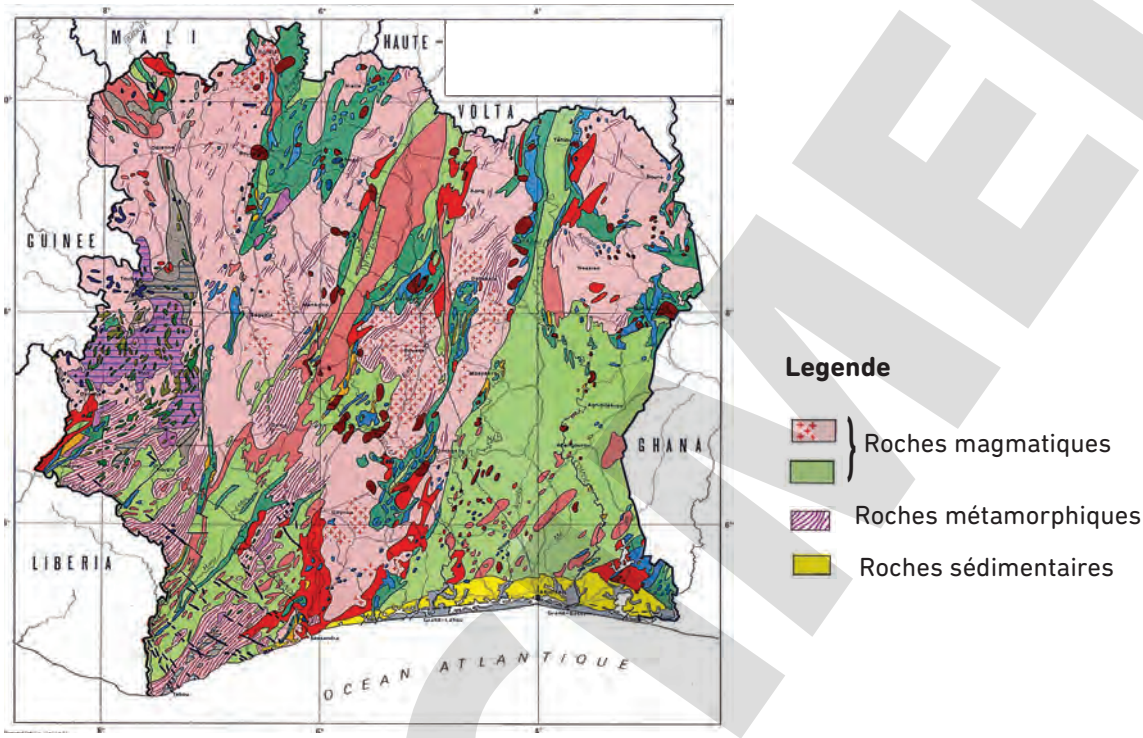
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux roches encaissantes des gisements miniers de la Côte d'Ivoire.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

SPÉCIMEN

Le point de l'activité

Des prélèvements de substances métallifères sont effectués dans les différentes régions de la Côte d'Ivoire, en vue d'identifier les roches dans lesquelles elles se sont formées.

Les résultats de ces prélèvements ont permis d'établir la carte du document 3.



Document 3 : carte montrant les gisements et leurs roches encaissantes

Activité 2

- ***Observe la carte du document.***
- ***Identifie les roches renfermant les gisements miniers.***
- ***Déduis la notion de roche encaissante.***

Le point de l'activité

Les cartes géologique et minière de la Côte d'Ivoire montre que les différentes ressources minières se retrouvent dans les trois types de roches : les roches sédimentaires, les roches magmatiques et les **roches métamorphiques**.

Dans les **roches magmatiques**, se trouvent l'or, le diamant, le manganèse, le nickel, le cuivre, l'aluminium, l'étain, le molybdène, le titane, tandis que le fer se trouve dans les **roches métamorphiques**. Quant au sable de verrerie, il se trouve dans les **roches sédimentaires**.

Les roches dans lesquelles se forment les gisements miniers sont des **roches encaissantes**.

SPÉCIMEN

Vérifie tes acquis

Les mots et le groupe de mots suivants se rapportent aux gisements miniers présents dans le sous-sol de la Côte d'Ivoire : or ; diamant ; fer ; cuivre ; aluminium ; étain ; molybdène ; sable de verrerie .

Range-les selon qu'ils ont pour roches encaissantes les roches métamorphiques (A), les roches sédimentaires (B) ou les roches magmatiques (C), en utilisant les lettres.

LES MODES DE FORMATION DES GISEMENTS MINIERS

LE MODE DE FORMATION DES GISEMENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES

Activité 1

- *Effectue des recherches dans des ouvrages sur les modes de formation des gisements minier.*
- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux modes de formation des gisements miniers.*
- *Relève les résultats des recherches et de l'observation*

Le point de l'activité

En vue de déterminer les modes de formation des gisements miniers dans les roches encaissantes, des observations sont faites et des recherches sont effectuées dans des ouvrages.

Les résultats des observations et des recherches sont représentés par les textes et les schémas.

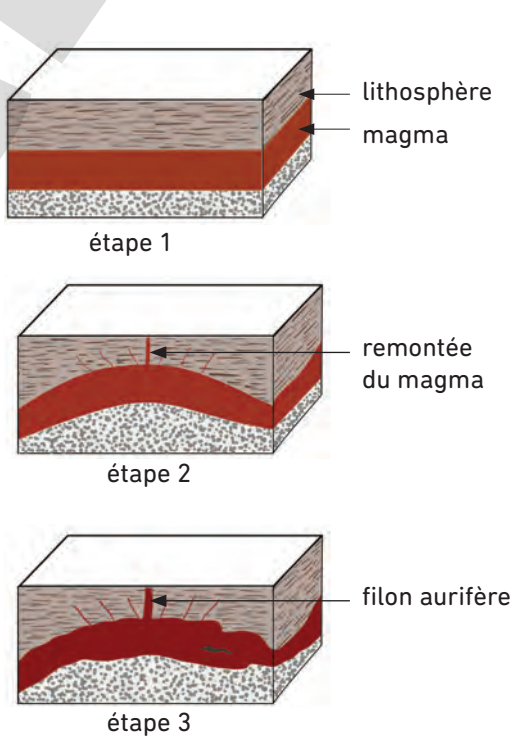
Texte 1

Les processus naturels qui concentrent l'or font intervenir des fluides où l'or est transporté en solution puis déposé sous l'action de variations physico-chimiques et parfois d'agents biologiques (bactéries). Les éléments chimiques du magma par affinité s'associent, précipitent puis cristallisent par le phénomène de cristallisation fractionnée. Certains minéraux cristallisent à hautes températures (100°C à 450°C) et d'autres à basses températures selon leurs propriétés physico-chimiques (température, pression, densité...). Il s'ensuit alors un piégeage et une concentration des minéraux aurifères dans les roches mères à l'origine de la formation des gisements magmatiques ou gisements de ségrégation.

Les gisements hydrothermaux classiques, sont inclus soit dans les filons formant des gisements filoniens, soit dans des failles formant des gisements de faille. Les minéraux aurifères peuvent être associés à d'autres métaux formant des composés polymétalliques (Au-Ag, Au-Cu ...).

Les phénomènes de précipitation sont variés, ils concourent à l'agglomération de masselottes d'or primaire appelée pépitisation.

Les Auteurs

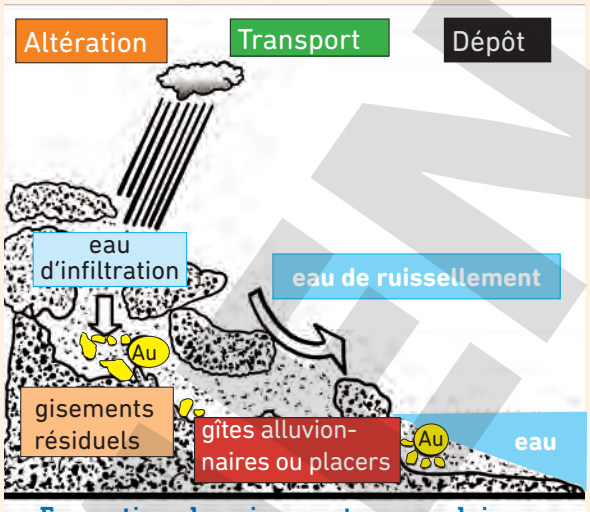


Les étapes de la formation d'un filon aurifère

Texte 2

Les gisements secondaires, résultent de la sédimentation ou des dépôts alluviaux des particules d'or issues de l'altération des gisements primaires essentiellement de nature hydrothermale.

Le processus de formation des gisements secondaires débute par l'altération de la roche renfermant l'or. Dans certaines régions à concentration métallifère affleurante, il se forme une zone d'oxydation. Les composés dissous dans la zone d'oxydation sont entraînés par les eaux d'infiltration et précipitent sur place dans une zone de cémentation formant des gisements d'altération ou gisements secondaires résiduels.



Formation des gisements secondaires

Du fait de leur résistance à l'altération et de leur densité élevée, les minéraux métalliques (exemple l'or), sous l'action conjuguée de l'eau et du vent, sont transportés puis déposés dans les alluvions où ils s'accumulent dans les plaines alluvionnaires pour former les gisements alluvionnaires ou placers.

Les Auteurs

Activité 2

- ***Lis les textes.***
- ***Relève dans le texte 1 les différents types de gisements primaires.***
- ***Explique le mécanisme de formation des gisements primaires.***
- ***Relève dans le texte 2 les différents types de gisements secondaires.***
- ***Explique leur mode de formation.***
- ***Tire une conclusion.***

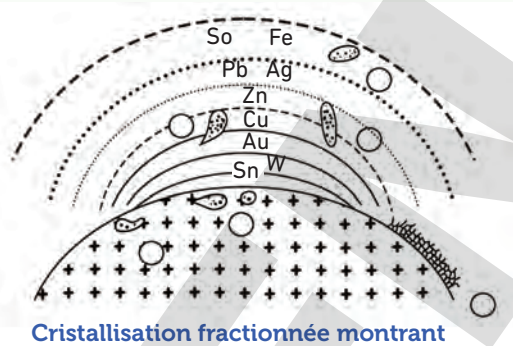
Le point de l'activité

Les gisements miniers peuvent être classés en deux grands groupes selon leur mode de formation : les gisements primaires (texte 1) sont de nature hydrothermale et se forment par cristallisation fractionnée en profondeur, tandis que les gisements secondaires (texte 2) résultent d'une altération du gisement primaire suivie d'une accumulation sur place des minéraux d'or ou d'un transport, d'un dépôt puis d'une accumulation de ces minéraux.

Les **gisements primaires** se forment à partir des solutions chaudes (100°C à 450°C) appelées **solutions hydrothermales**, dans les couches profondes de la terre. Au cours de la montée du magma vers les couches superficielles terrestres, la température et la pression du liquide baissent. Le magma subit un refroidissement et les minéraux métallifères qu'il contient précipitent et cristallisent. Il se produit une séparation des minéraux en fonction de leur densité, de la température et de la pression : c'est **la cristallisation fractionnée**. Les minéraux qui cristallisent à la même température se concentrent dans la même zone, d'où la zonalité des minéraux (voir document ci-après).

SPECIMEN

Dans le cas de l'or, les phénomènes de précipitations concourent à la concentration de petites masses d'or : c'est la **pépitisation** qui permet d'obtenir de **l'or natif pur**. Un morceau d'or natif et pur est appelé **pépite**.



Cristallisation fractionnée montrant la zonalité des minéraux

En fonction du lieu de concentration des minéraux, plusieurs types de gîtes ou gisements primaires se forment. Il s'agit du **gisement magmatique** ou gisement de ségrégation où les métaux disséminés dans la roche cristallisent (cas du diamant), du **gisement filonien** dans lequel les métaux contenus dans les fluides hydrothermaux (magma) précipitent et se concentrent dans les pores, les cavités, ou les fissures, puis cristallisent (cas de l'or, du cuivre, du nickel, du manganèse...) et du **gisement de faille** issu du refroidissement des métaux contenus dans le magma qui se concentrent dans les failles pour donner des gîtes de faille (cas de l'or et du zinc). Le gisement métamorphique résulte du métamorphisme qui transforme les minerais des roches magmatiques ou sédimentaires par dissolution et recristallisation de leurs constituants.

Les **gisements secondaires** se forment à partir de l'altération des gisements primaires. Il existe différents types de gisements secondaires en fonction de leur lieu de formation.

Le **gisement secondaire résiduel** ou **gisement d'altération** se forme à partir de l'altération de la roche encaissante suivie d'une **accumulation** sur place du métal dans le sol sous l'action des eaux d'infiltration. Cette altération est possible grâce à des agents atmosphériques tels que le vent et l'eau de pluie chargée d'acide carbonique . Les composés dissous sont entraînés par les eaux d'infiltration, puis précipitent dans une **zone de cémentation** (zone de précipitation d'un métal) en solution à l'aide d'un autre métal pour donner le gisement secondaire résiduel. Par contre, le **gisement alluvionnaire** ou **placer** ou **gisement détritique** se forme suite à l'altération des gisements primaires ou des gisements secondaires résiduels. Les produits d'altération contenant les minéraux sont transportés par les eaux superficielles ou de ruissellement, puis déposés dans les plaines alluvionnaires (argiles, sables, graviers), les cours d'eau où ils s'accumulent et se concentrent par gravité, donnant naissance à de fortes concentrations métallifères.

Quand le dépôt a eu lieu en profondeur dans les temps anciens au fond des océans ou des fleuves, le gisement obtenu est appelé un **paléoplacer**.

En fonction de leur mode de formation, on distingue les gisements filoniens, les gisements résiduels, les placers, les paléoplacers qui sont résumés par le schéma ci-dessous.

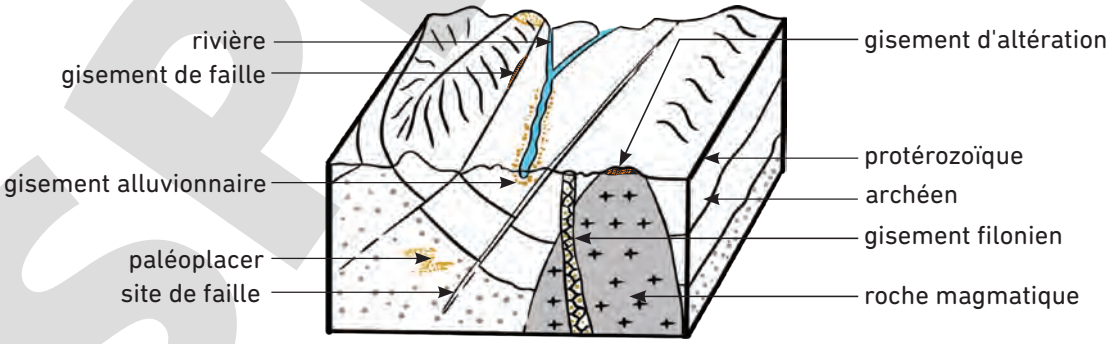


Schéma de synthèse des différents types de gisements miniers

SPECIMEN

Les roches encaissantes peuvent renfermer des substances ou des métaux en grande quantité pouvant être exploités. L'ensemble rocheux contenant des substances utiles en pourcentage suffisant pour justifier une exploitation est appelé un **minerai**.

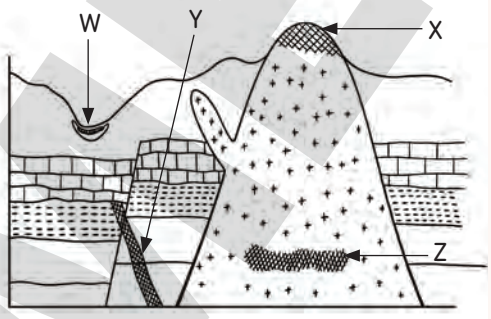
Un **gisement minier** est une concentration naturelle de minéraux ou de substances minérales dans le sol ou le sous-sol qui peut être exploitée de manière rentable

Les gisements miniers se forment selon plusieurs mécanismes dans les roches magmatiques métamorphiques ou sédimentaires.

Utilise tes acquis

Au cours d'un échange avec ton camarade, en classe de 1re D, sur la formation des gisements miniers en Côte d'Ivoire, il t'apprend que son père qui vit dans un village d'Oumé, a découvert des paillettes d'or dans sa plantation de cacaoyers. À sa demande, des orpailleurs clandestins exploitent l'or et lui reversent des dividendes.

Ton camarade veut comprendre la mise en place de l'or dans le sous-sol de la plantation de son père et sollicite ton aide. Tu t'appuies sur le document ci-contre pour l'informer.



Document

1- Identifie les gisements W, X, Y et Z.

2- Classe ces gisements selon qu'il s'agit d'un gisement primaire ou d'un gisement secondaire.

3- Explique le mode de formation des gisements W et Y.

4- Déduis les roches encaissantes des gisements X et Z.

Retiens l'essentiel

Le sous-sol ivoirien renferme divers gisements miniers (lieu où l'on trouve des substances métallifères, le pétrole, or, diamant, fer, cuivre, titane, aluminium, nickel, manganèse) réparties sur toute l'étendue du territoire. Ces gisements métallifères se trouvent dans différentes roches encaissantes (roches magmatiques, sédimentaires et métamorphiques).

En fonction de leur mode de formation, il existe deux types de gisements :

-les gisements primaires qui se forment à partir des solutions minéralisantes hydrothermales provenant des couches profondes de la terre. La mise en place des gisements primaires aurifères se fait par le processus de différenciation ou de cristallisation fractionnée des minéraux d'or et leur concentration dans les roches encaissantes. En fonction de leur lieu de formation, on distingue trois types de gisements primaires que sont les gisements magmatiques, les gisements filoniens et les gisements de faille.

- les gisements secondaires qui se forment à la suite de l'altération des gisements primaires. Quand les produits d'altération issus des gisements primaires s'accumulent et se concentrent sur place, cela donne lieu à un gisement d'altération ; mais lorsque les produits d'altération s'accumulent et se concentrent dans les plaines et les cours d'eau après leur transport et leur dépôt, cela donne lieu à un gisement alluvionnaire.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives à la formation des gisements miniers.

a- Les gisements primaires proviennent des gisements secondaires.
b- Les gisements magmatiques se forment par cristallisation fractionnée en profondeur.
c- Les gisements filoniens se forment après l'altération de la roche encaissante.
d- Les gisements primaires se forment tous de la même manière.
e- Les paléoplacers se sont formés à la suite de l'altération des gisements primaires.
f- La mise en place des gisements de failles et des gisements filoniens précède celle des gisements secondaires.

Écris « vrai » ou « faux » pour chaque affirmation, en utilisant les lettres.

2 Répondant à la consigne suivante : « localise les gisements miniers en Côte d'Ivoire », des élèves écrivent les affirmations ci-dessous.

1- Les gisements d'or sont localisés à Aboisso, Korhogo, Abengourou.
2- Le littoral ivoirien est riche en diamant.
3- On trouve du manganèse à Toumodi.
4- Le sous-sol de l'ouest de la Côte d'Ivoire est riche en nickel et en fer.
5- Le sable de verrerie se trouve uniquement sur le littoral ivoirien.
6- L'aluminium est plus concentré dans les régions du nord de la Côte d'Ivoire.

Relève les chiffres correspondant aux affirmations exactes.

3 Le tableau ci-dessous est relatif aux différents gisements miniers.

Gisements	Types de gisements
1- Gisement alluvionnaire 2- Gisement d'altération 3- Gisement magmatique 4- Gisement filonien	A- Gisements primaires
5- Paléoplacer 6- Gisement de faille	B- Gisements secondaires

Associe chaque gisement au type de gisement qui convient, en utilisant les chiffres et les lettres.

4 Les étapes ci-dessous, présentées dans le désordre, se rapportent à la formation d'un gisement aurifère alluvionnaire.

A- Transport des sédiments et des minéraux d'or par l'eau de ruissellement.
B- Accumulation des minéraux d'or dans les alluvions .
C- Altération de la roche encaissante contenant des minéraux d'or.
D- Dépôts des minéraux d'or dans les bas-fonds.

Classe-les dans l'ordre chronologique de la formation d'un gisement aurifère alluvionnaire, en utilisant les lettres.

5 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à la formation des gisements métallifères primaires.

Au cours de la montée du magma vers les couches superficielles terrestres, la ...**1**... et la pression du liquide baissent. Le magma subit un ...**2**... et les minéraux métallifères qu'il contient précipitent et cristallisent. Il se produit une séparation des minéraux en fonction de leur ...**3**... de la température et de la pression : c'est la ...**4**... Les minéraux qui cristallisent à la même température se concentrent dans la même zone. Ainsi, il existe différents types de gisements primaires. Lorsque les métaux cristallisent dans la roche magmatique, il se forme un ...**5**... Par contre, la cristallisation de ces métaux dans les fissures engendre des ...**6**... Quant aux ...**7**..., ils résultent de la cristallisation des métaux dans les cassures.

Complète-le à l'aide des mots et des groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : gisements filoniens ; cristallisation fractionnée ; gisements de ségrégation ; gisements de failles ; densité ; température ; refroidissement.

SPÉCIMEN

6 Le tableau ci-dessous présente des notions se rapportant à la formation des gisements miniers et leurs définitions.

Notions	Définitions
1- Cristallisation fractionnée 2- Minerai 3- Roche encaissante 4- Placer	a- Ensemble rocheux contenant des substances utiles en pourcentage suffisant pour justifier une exploitation. b- Zone d'alluvions où se sont accumulées des substances métallifères. c- Formation de métaux à partir de magma en fonction de la température et de la pression. d- Roche dans laquelle se forment les ressources minières.

Associe chaque notion à sa définition, en utilisant les chiffres et les lettres.

7 Les séries de propositions ci-dessous sont relatives à la formation des gisements miniers.

1- Un gisement magmatique :

a- se forme suite à l'altération de la roche encaissante ;
b- se forme par cristallisation fractionnée ;
c- se forme dans les diaclases ;
d- résulte du transport et du dépôt des métaux dans les bas-fonds.

2- Un gisement filonien :

a- se forme suite à l'altération de la roche encaissante suivi du transport des sédiments ;
b- se forme suite à l'altération d'une roche encaissante sans le transport des sédiments ;
c- résulte de l'infiltration des métaux dans les cassures ;
d- se forme à partir de la cristallisation des métaux dans les fissures des roches environnantes.

3- Un gisement alluvionnaire se forme :

a- suite à l'altération de la roche encaissante suivie du transport des sédiments ;
b- par cristallisation fractionnée ;
c- suite à l'altération de la roche encaissante sans le transport des sédiments ;
d- dans les roches magmatiques.

4- Un gisement d'altération :

a- se forme suite à l'altération de la roche encaissante suivi du transport des sédiments ;
b- se forme par cristallisation fractionnée ;
c- résulte de l'infiltration des métaux sur place suite à l'altération de la roche encaissante ;
d- résulte du transport des métaux avec les sédiments vers les bas-fonds.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

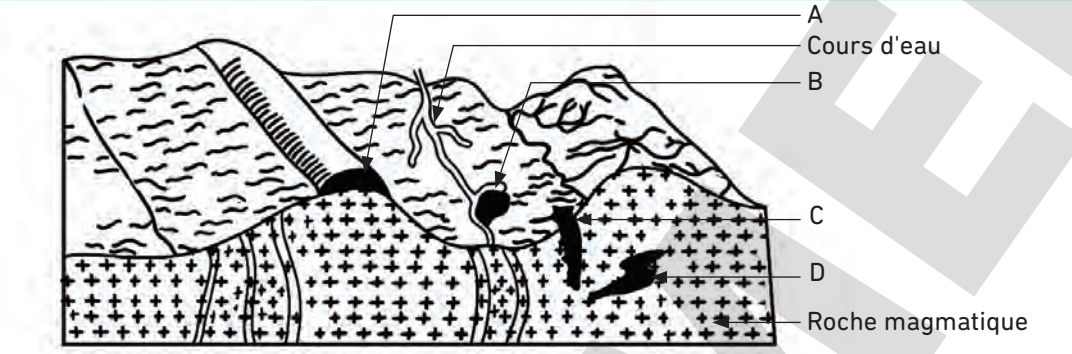
8 Le texte ci-dessous est relatif à la formation des gisements secondaires.

Les gisements secondaires se forment suite à ...**1**... des gisements primaires. Il existe deux types de gisements secondaires. Les gisements résiduels ou ...**2**... qui sont issus de l'altération de la ...**3**... suivie de l'accumulation des substances métallifères sur place. Ces substances métallifères et les sédiments peuvent être transportés par les ...**4**... et se déposer par gravité dans les ...**5**... où ils s'accumulent et se concentrent pour former les ...**6**... Quand le dépôt a eu lieu en profondeur dans les temps anciens au fond des océans ou des fleuves, le gisement obtenu est appelé un ...**7**...

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : roche encaissante ; bassins ; eaux de ruissellement ; paléoplacer ; gisements alluvionnaires ; gisements d'altération ; l'altération.

SPECIMEN

1 Dans le but de mieux comprendre la mise en place des gisements miniers, votre professeur des Sciences de la Vie et de la Terre organise une sortie d'étude dans un centre de télédétection. Le guide vous présente une cartographie du sous-sol d'une région de la Côte d'Ivoire riche en or.
De retour à l'école, ton camarade d'une autre classe de terminale D voudrait connaître les activités que vous avez menées au cours de la sortie. Tu lui présentes le document ci-dessous que le guide vous a remis.

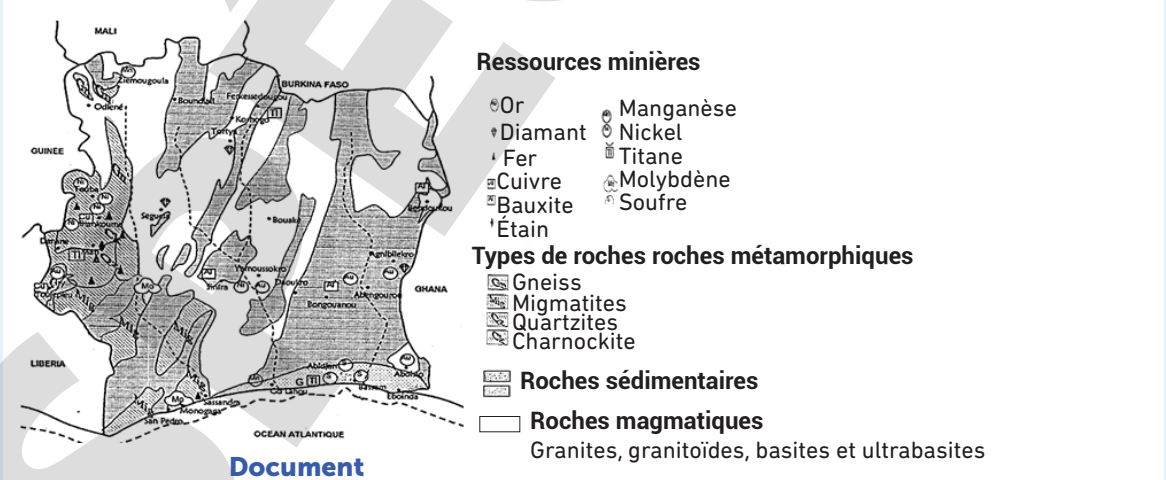


Document

Éprouvant des difficultés à comprendre la mise en place des gisements indiqués sur ce document, il sollicite ton aide.

1- Nomme les gisements A, B, C et D.
2- Classe ces gisements selon l'ordre de leur formation.
3- Explique la formation des gisements D et A.
4- Déduis la notion de minerai.

2 Pendant les vacances scolaires, tu rends visites à ton oncle dans un village. Le village a organisé une grande festivité où les femmes et les hommes étaient parés d'or. Cherchant à connaître l'origine de l'or, ton cousin déscolarisé depuis la classe de 1re t'informe que cette ressource minière provient du village. Il ajoute avec fierté que son village est la seule région en Côte d'Ivoire où il en existe. Pour le convaincre du contraire, tu t'appuies sur le document ci-dessous.

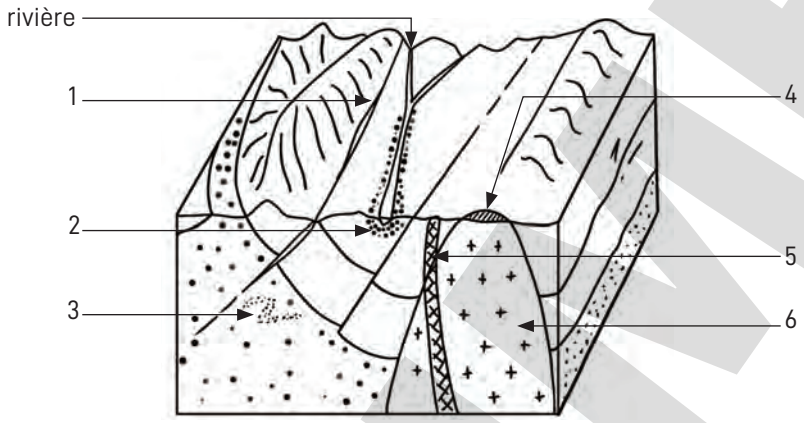


Document

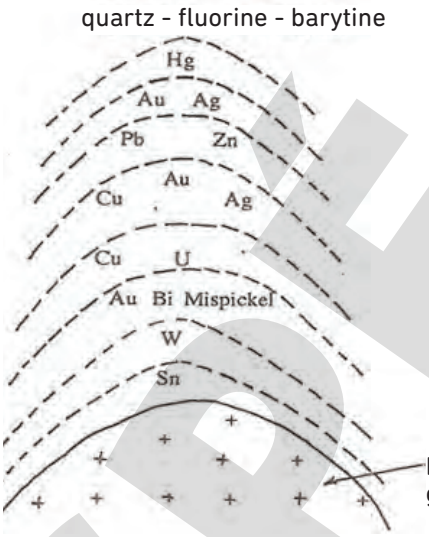
1- Relève les roches rencontrées en Côte d'Ivoire.
2- Localise les gisements aurifères.
3- Explique la formation de l'or dans les roches magmatiques et les roches sédimentaires.
4- Déduis la notion de roche encaissante.

Un élève en classe de 2deC observe dans sa région, des géologues effectuer des prélèvements au niveau de layons à une profondeur de 30 à 40 cm sur un espacement de 200 m dans les roches.

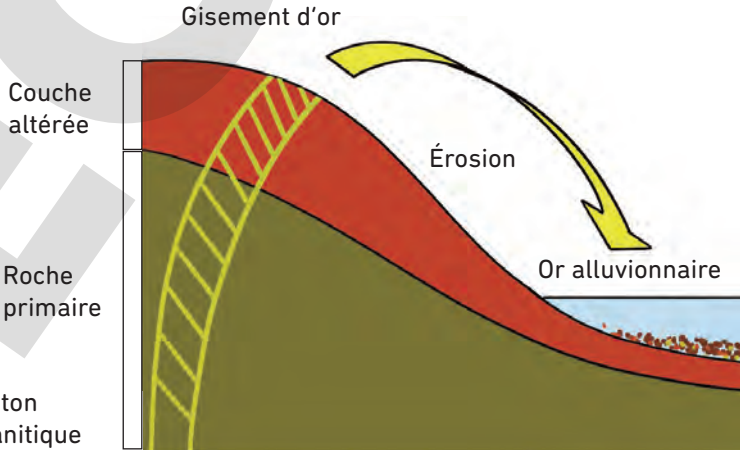
Quelques mois plus tard, ils viennent informer le chef de village qu'ils ont découvert dans la plantation d'anacarde d'un paysan un gisement d'or qu'ils voudraient exploiter. Ton camarade s'étonne de la présence d'or à ce seul endroit du village. Pour cela, il veut comprendre la mise en place des gisements miniers dans le sous-sol. Il sollicite ton aide et tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour l'aider.



Document 1 : Différents types de gisements d'or



Document 2 : Cristallisation fractionnée des minéraux



Document 3 : Formation des gisements secondaires

1- **Explique la formation des gisements aurifères, en t'appuyant sur les documents appropriés.**

2- **Justifie la présence de l'or à ce seul endroit du village.**

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de la formation des gisements miniers revêt une importance capitale, car elle permet de comprendre la présence dans certains pays des métaux précieux qui suscitent la convoitise des pays industrialisés.
Quelques minerais, leurs caractéristiques et leurs domaines d'utilisation

L'or est un élément chimique de symbole Au (du latin aurum) et de numéro atomique 79. L'or pur est un métal noble, le plus malléable et ductile des métaux connus, à la fois dense et tendre. C'est un métal jaune brillant qui ne s'oxyde ni à l'air ni dans l'eau.

Les différentes qualités d'or ou titrages sont :

- l'or 24 carats composé à 99,9 % d'or pur ;
- l'or 22 carats composé à 91,6 % d'or pur ;
- l'or 20 carats composé à 83,3 % d'or pu r;
- l'or 18 carats composé à 75 % d'or pur.

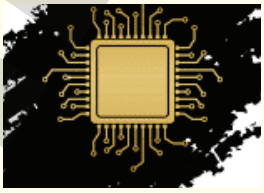
Aujourd'hui, l'or est utilisé pour ses qualités intrinsèques dans de nombreux secteurs. L'or est bien entendu énormément utilisé dans la bijouterie et plus globalement dans l'artisanat. L'attrait de l'or pour la bijouterie s'explique par sa couleur et sa brillance, mais aussi par sa résistance et par sa versatilité qui permet d'obtenir une multitude de formes différentes.
Dans l'industrie, l'or est principalement utilisé dans le secteur électronique pour son importante conductivité électrique et thermique. L'or est également inaltérable, ce qui en fait un excellent matériau pour la réalisation de composants inoxydables. L'or est largement utilisé dans la fabrication de microprocesseurs et d'équipements optiques utilisés dans l'espace.

Le coltan est un minerai de couleur noire ou brun-rouge dont on extrait le niobium. Il est formé par l'association de deux minéraux, la colombite et la tantalite en proportion variable. Le coltan est une source importante pour la production du tantale très prisé pour sa grande résistance à la corrosion. Considéré comme un métal stratégique, il est surtout utilisé dans la fabrication de condensateurs pour les équipements électroniques
Le secteur de l'électronique utilise 60 % à 80 % de la production de tantale pour la fabrication de composants électroniques. En particulier, il entre dans la composition de condensateurs et de filtres à onde de surface, utilisés dans les téléphones mobiles ou les ordinateurs.

Le diamant naturel est un minéral constitué d'un seul élément, le carbone (C). Sa structure cristalline est cubique. Il se présente généralement sous forme de cristaux octaédriques avec des faces incurvées, les cristaux cubiques étant plus rares.
Le diamant est habituellement incolore. Toutefois, la présence d'inclusions de substances solides ou fluides, des imperfections dans la structure cristalline ou l'irradiation peuvent le colorer.
Les diamants de qualité gemme sont utilisés en joaillerie (bijouterie). En raison de leur grande valeur, ils sont la raison d'être du monde de l'exploration et de l'exploitation du diamant.
Les diamants industriels servent principalement comme abrasifs dans les matériaux de forage, de coupe (sciage), de meulage et de polissage de nombreux matériaux : roches (granite, marbre), acier...

Des lingots d'or 24 carats

Des bijoux en or


Des microprocesseurs

Du coltan concassé

Un smartphone

Un diamant

Un bijou en diamant

SPECIMEN

Leçon 2

L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS EN CÔTE D'IVOIRE

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- identifier quelques méthodes de prospection minière et les différentes méthodes d'exploitation minière ;
- dégager l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et la qualité de la vie.

Tes prérequis

La formation d'un gisement minier nécessite la concentration des minéraux dans une roche encaissante.
On parle de minerai lorsqu'une roche contient des minéraux utiles en proportion suffisamment intéressante pour justifier leur exploitation.
Le gisement minier est le lieu où un minerai s'est accumulé en proportion importante que l'on peut exploiter en totalité ou en partie (gisement d'or, gisement d'aluminium, gisement de coltan, gisement de manganèse).

Situation d'apprentissage

Un élève en classe de terminale D observe que dans sa région des hommes creusent des puits desquels ils prélèvent des blocs de roche qu'ils concassent.

Le produit obtenu par ceux-ci est lavé par leurs épouses dans une source d'eau à la recherche de pépites d'or qu'elles trouvent rarement.

Soucieux de comprendre le choix de ce travail pénible effectué par ces familles, dès son retour à l'école, il partage ses observations avec ses camarades de classe. Ensemble, ils décident d'identifier les méthodes de prospection des gisements miniers, les méthodes utilisées pour les exploiter et de dégager l'impact de cette exploitation sur l'environnement et sur l'Homme.

SPECIMEN

LES MÉTHODES DE LA PROSPECTION MINIÈRE

LES MÉTHODES DIRECTES ET INDIRECTES DE LA PROSPECTION MINIÈRE

Activité 1

- *Effectue des recherches dans des ouvrages sur les méthodes de prospection minière.*
- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux méthodes de prospection minière.*
- *Relève les résultats des recherches et de l'observation.*

Le point de l'activité

Des observations sont faites en divers endroits du globe terrestre, à l'aide de dispositifs appropriés et des recherches sont effectuées dans des manuels de géologie, en vue d'identifier les méthodes de prospection minière.

Les résultats des observations et des recherches sont représentés par les documents 1 et 2.

Texte 1

Quand on parle de prospection pour les mines, on se fait immédiatement l'image du bon vieux prospecteur qui sillonne les forêts en cassant des cailloux au marteau avec la foi inébranlable en sa bonne étoile qui lui fera trouver le filon d'or ou en prélevant et en lavant des échantillons d'alluvions pour en extraire les minéraux. C'est là une forme de prospection qui disparaît de nos jours, parce que ceux qui ont le feu sacré et la foi en leur bonne étoile sont de plus en plus rares, mais aussi et surtout parce qu'il y a de moins en moins de gisements affleurants dans les secteurs miniers.

La cartographie géologique de surface contribue à mieux définir le contexte d'une région et possiblement à découvrir des indices affleurants. Mais, pour repérer des dépôts métallifères dans les roches, on doit faire appel à des méthodes géochimiques qui consistent à analyser les dépôts meubles du mort-terrain pour leur contenu en divers éléments métalliques et tenter d'isoler des anomalies.

Les auteurs

A : prospection géologique

B : prospection alluvionnaire

Document 1 : Méthodes directes de prospection minière

SPÉCIMEN

Texte 2

Pour repérer des dépôts enfouis, on doit faire appel à des méthodes géochimiques ou géophysiques.

Les méthodes géophysiques recherchent des anomalies, au niveau de la gravité, du magnétisme terrestre, de la conductivité électrique des terrains, etc. Par exemple, une masse de sulfures massifs en profondeur, dans des terrains sédimentaires ou ignés, cause une anomalie de la gravité, du fait que les sulfures ont des densités qui sont plus élevées que les roches encaissantes. Un relevé gravimétrique, c'est-à dire des mesures fines et précises de la gravité selon un quadrillage serré dans une région donnée permettra de mettre en évidence ce genre d'anomalie et de soupçonner la présence de sulfures massifs en profondeur. Les spécialistes sont même en mesure d'évaluer le volume de la masse et sa profondeur.

Un gisement riche en fer pourra donner des anomalies au niveau du magnétisme terrestre ou de la conductivité électrique des terrains.

Les méthodes géochimiques sont applicables surtout aux gisements enfouis. Elles consistent à analyser les dépôts meubles du mort-terrain pour leur contenu en divers éléments métalliques et tenter d'isoler des anomalies.

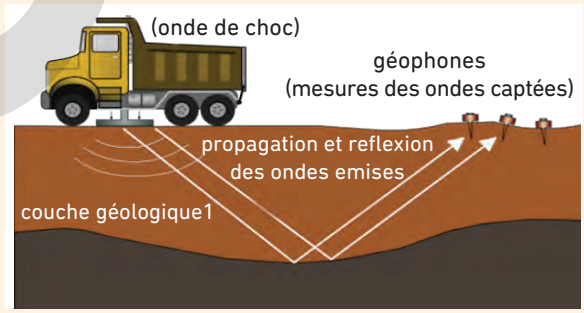
La méthode géochimique est peu applicable aux gisements enfouis ou aveugles.

Les auteurs

C : méthode électrique

D : méthode magnétique

E : méthode radiométrique



F : méthode de la sismique réflexion

Document 2 : Méthodes indirectes de prospection minière

Activité 2

- ***Lis les textes 1 et 2.***
- ***Observe les images.***
- ***Relève dans les textes les techniques de prospection des gisements miniers.***
- ***Décris chaque technique de prospection des gisements miniers.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Deux types de méthodes sont utilisées pour la prospection minière : les méthodes directes et les méthodes indirectes.

Les méthodes directes sont : la prospection géologique, la prospection alluvionnaire et la prospection géochimique.

La prospection géologique (A) consiste à prélever des échantillons de roches à l'aide de marteaux, à les analyser et à détecter d'éventuelles minéralisations observables sur les affleurements au cours des levés géologiques, tandis que la prospection alluvionnaire (B) consiste à rechercher les minerais dans les sédiments des cours d'eau par la technique de la batée ou le lavage des sables, limons et graviers à l'aide d'un récipient (un pan ou une calebasse). Quant à la prospection géochimique, elle consiste à effectuer des prélèvements au niveau des layons à une profondeur de 30 à 40 cm dans les roches ou les alluvions. Les échantillons prélevés sont désagrégés et séchés puis passés au tamis fin. Le sous tamis est analysé par des techniques de dosages appropriés à chaque minerai. Pour l'or, le sous tamis est traité à l'eau chlorée puis soumis au dosage à la rhodamine. Elle permet de tracer des courbes isovaleurs ou isoteneurs et de déterminer l'anomalie.

Les méthodes indirectes de prospection minière sont basées sur la prospection géophysique. Il s'agit de la méthode électrique (C) basée sur la conductibilité et la résistivité des minéraux, la méthode magnétique (D) basée sur les propriétés de l'aimant à exercer une attraction sur certains métaux, la méthode radiométrique (E) qui utilise un compteur Geiger sur un certain nombre d'itinéraires permettant de détecter l'uranium qui est un élément radioactif et la méthode de la sismique réflexion (F), une méthode d'exploration qui consiste à effectuer des ébranlements dans le sol et à observer en surface les ondes réfléchies. La profondeur de pénétration varie de quelques mètres à plusieurs dizaines de kilomètres. L'enregistrement des ondes permet de connaître la structure du sol et la profondeur à laquelle se trouve le minerai.

La prospection minière est l'ensemble des opérations qui sont exécutées depuis le premier indice jusqu'à l'évaluation du minerai.

L'étude radiométrique est la méthode géophysique utilisée spécifiquement pour la détection d'uranium puisque celui-ci est un élément radioactif. L'étude radiométrique peut être exécutée à pied, à partir d'un véhicule tout terrain ou en avion pour de grandes zones et des régions d'accès difficile.

La prospection minière se fait donc par des méthodes directes et par des méthodes indirectes. Elle permet de détecter et de quantifier le minerai pour son exploitation.

Vérifie tes acquis

Le tableau ci-dessous présente des méthodes indirectes de prospection et leurs principes.

Méthodes de prospection	Principes
1- Électrique 2- Magnétique 3- Radiométrique 4- Sismique réflexion	a- Utilise un compteur Geiger pour déterminer la radioactivité d'un affleurement. b- Utilise la conductibilité et la résistivité des corps pour tracer des contours isovaleurs à l'aide d'appareils. c- S'appuie sur la réflexion et la réfraction des ondes engendrées artificiellement par des explosions. d- Utilise l'attraction exercée par l'aimant sur certains métaux.

Relie chaque méthode indirecte de prospection à son principe, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

LES EXPLOITATIONS À CIEL OUVERT ET SOUTERRAINE DES GISEMENTS MINIERS

Activité 1

- *Effectue des recherches dans des ouvrages sur les méthodes d'exploitation de prospection minière.*
- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux méthodes d'exploitation prospection minière.*
- *Relève les résultats des recherches et de l'observation.*

Le point de l'activité

En vue d'identifier les méthodes d'exploitation minière, des observations sont faites sur des sites miniers et des recherches sont effectuées dans des ouvrages.

Les résultats des observations et des recherches sont représentés par les documents 3 et 4.

Texte 3

L'exploitation minière consiste à extraire des minerais, c'est-à-dire des roches de la croûte terrestre contenant des minéraux ou des métaux utiles en proportion suffisamment intéressante pour justifier leur exploitation.

L'exploitation à ciel ouvert concerne les gisements situés proches de la surface topographique (typiquement entre 0 et 400 m de profondeur). L'exploitation d'une mine à ciel ouvert consiste à exploiter le minerai depuis une excavation créée en surface après avoir enlevé les matériaux stériles appelés « mort-terrain » qui le surmontent. Les exploitations à ciel ouvert requièrent généralement des engins de chantier aux gabarits imposants et peu communs aux autres secteurs de l'industrie (pelles, roues-pelles, draglines, tombereaux, foreuses). Elle comprend les étapes de travail suivantes : le décapage, le chargement et le transport des diverses roches déblayées vers la zone de traitement (primaire ou secondaire) fait essentiellement par tombereaux (rigides ou articulés) ou par bandes transporteuses. Sur de très longues distances, des voies de chemins de fer peuvent être construites.

A : exploitation de gisements d'or à ciel ouvert

B : la batée

Document 3 : méthodes d'exploitation minière à ciel ouvert

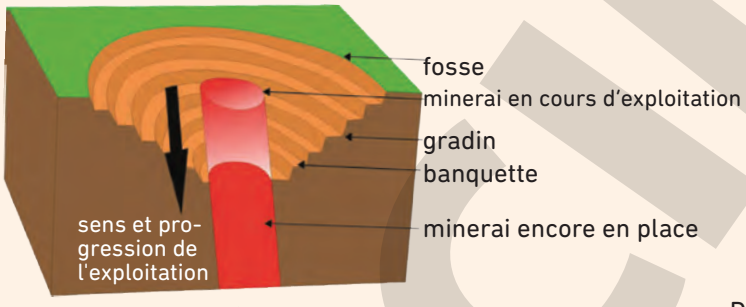
SPECIMEN

Texte 4

L'exploitation d'une mine souterraine consiste à extraire le minerai d'un gisement à partir de puits et de galeries créés sous la surface du sol, sans qu'il soit nécessaire d'enlever l'intégralité des matériaux stériles qui le surmontent. Les stériles sont souvent utilisés en tant que matériau de remblayage pour servir au renforcement des parois et plafonds des excavations souterraines. Pour une exploitation souterraine, une quantité minimale de morts-terrains est donc enlevée pour accéder au gisement. Elle correspond aux travaux d'ossature, par exemple, des rampes, des descenderies, des galeries, des puits... Ces derniers permettent d'accéder au minerai et de mettre en place toutes les infrastructures nécessaires pour assurer l'aération, l'exhaure, l'accès du personnel et l'évacuation du minerai.

Les fondations du chevalement du puits principal reposent sur les morts-terrains, il abrite le skip qui sert de monte-charge. Le fond du puits sert de puisard.

À différentes profondeurs de la mine, des galeries horizontales sont creusées qui permettent d'atteindre la zone minéralisée ou d'accéder aux chantiers. Des rampes d'accès sont utilisées pour atteindre les différents niveaux d'exploitation. Le minerai peut être envoyé vers un concasseur souterrain pour y être fractionné, avant d'être stocké dans la trémie à minerai. Des galeries d'exploration sont creusées pour échantillonner, à l'aide de forages, les zones minéralisées se situant plus en profondeur. Un puits de ventilation conduisant à la surface permet un apport d'air frais.



C : coupe d'une mine souterraine

D : une mine souterraine

Document 4 : exploitation souterraine des gisements miniers

Activité 2

- ***Lis les textes 5 et 6.***
- ***Observe les images.***
- ***Relève dans le texte les techniques de l'exploitation minière.***
- ***Décris-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Deux techniques sont utilisées pour exploiter les gisements miniers. Il s'agit de l'exploitation à ciel ouvert et l'exploitation souterraine.

L'exploitation à ciel ouvert concerne les gisements affleurants ou situés proches de la surface topographique à faible profondeur, soit entre 0 et 400 m de profondeur. Elle s'applique au gisement alluvionnaire (minerai mélangé aux graviers, aux sables et au limon), aux gisements déposés sous forme de strates (charbon, phosphate, manganèse), aux gisements métalliques

SPECIMEN

(fer, aluminium nickel...). Elle utilise généralement des engins de chantier (pelles, camions, foreuses...).
L'exploitation à ciel ouvert débute par le **décapage** qui consiste à retirer les terrains situés en surface pour mettre à nu les niveaux à exploiter. Ainsi la végétation est déblayée, le sol, les roches plus ou moins altérées et les niveaux stériles appelés « mort-terrain » qui recouvrent la couche minéralisée sont retirés à l'aide de bulldozers : c'est **la découverture.**
Le décapage est suivi du chargement où des pelleteuses sont utilisées pour recueillir la couche minéralisée qui est transportée vers les stations de traitement (primaire ou secondaire).
Dans certains cas, ce transport peut se faire directement par les pelles (courte distance). Le plus souvent, il est effectué essentiellement par tombereaux (rigides ou articulés) ou par bandes transporteuses. Sur de très longues distances, des voies de chemins de fer peuvent être construites. Les chargeuses permettent un chargement en masse et des déplacements fréquents et rapides.

L'**exploitation souterraine** concerne les gisements miniers situés en profondeur. Elle consiste à creuser un puits qui permet d'atteindre la zone minéralisée. Ce puits conduisant à la surface permet un apport d'air aux mineurs. Des tunnels ou galeries horizontales, creusés à partir du puits, sont utilisés pour prélever la couche minéralisée qui est remontée en surface grâce aux rampes d'accès utilisées pour atteindre les différents niveaux d'exploitation. Dans le cas où la roche encaissante est dure et difficile à travailler, des explosifs sont utilisés pour la dynamiter, pour prélever les échantillons de roches. Les échantillons prélevés sont ensuite transportés vers les stations de traitement par des engins.
Quelle que soit la méthode d'exploitation du gisement minier utilisée, les échantillons prélevés sont acheminés vers des stations de traitement pour y extraire le minerai.

Dans le cas de l'or, le matériau est broyé dans des concasseurs. Après le broyage, le matériau est mélangé au ciment et humecté avec une solution de cyanure de sodium 0,25g/L. Le mélange est ensuite aggloméré, humidifié et transporté jusqu'à la plateforme de lixiviation où il est empilé jusqu'à une hauteur de 6 à 7 m. Le tas est ensuite arrosé avec une solution de cyanure pendant une période pouvant durer 120 jours. Le jus d'or obtenu est passé sur des charbons actifs qui, par hydrolyse, libèrent de l'or pur.

Le **métal** est un corps simple doué d'un état particulier conduisant la chaleur et l'électricité, détectable par l'aimant et la sismique réflexion tandis que le **minerai** est un ensemble rocheux contenant sous forme combinée, un métal en pourcentage suffisant pour justifier son exploitation. Quant au **gisement**, c'est le lieu où l'on rencontre le minerai en quantité importante pour être exploité.
L'exploitation des gisements miniers se fait soit à ciel ouvert, soit de façon souterraine, car la méthode utilisée dépend de la profondeur à laquelle est situé le minerai.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous se rapporte à l'exploitation à ciel ouvert des gisements miniers.
L'exploitation des gisements miniers est conditionnée par la ...**1**... dans la réserve minière et par les besoins économiques. On entend par exploitation à ciel ouvert celles dont le minerai est extrait à partir de la ...**2**... après avoir été dégagé, s'il y a lieu, des ...**3**... qui recouvraient le gisement.
On en distingue généralement quatre types : les placers, les découvertes, les fosses et les

SPÉCIMEN

trous de cratère. L'exploitation des gisements à partir de la surface peut se faire si le gisement est ...4... et qu'il n'est pas recouvert par une épaisseur de mort-terrain d'une importance trop considérable. En fin de compte, c'est généralement ...5... qui déterminera s'il est plus économique d'exploiter à ciel ouvert ou en ...6...

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants : teneur du minerai ; surface ; l'analyse financière ; morts-terrains ; suffisamment massif ; souterrain.

L'IMPACT DE L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS SUR LA VIE DE L'HOMME

LES INCONVÉNIENTS ET LES AVANTAGES DE L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS

Activité 1

- ***Effectue des recherches dans des ouvrages sur les avantages et les inconvénients de prospection minière.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux avantages et aux inconvénients de l'exploitation minière.***
- ***Relève les résultats des recherches et de l'observation.***

Le point de l'activité

Des observations sont faites dans les régions du monde où sont exploités les gisements miniers et des recherches sont effectuées dans des ouvrages, en vue de répertorier les inconvénients et les avantages de l'exploitation minière.

Les résultats des observations et des recherches sont représentés par les textes et les images des documents 5 et 6.

Texte 5

Afin de satisfaire nos besoins en minerais et énergies fossiles, de grandes surfaces de forêts sont déboisées ou dégradées à travers le monde. Les minerais tels que l'or, les diamants, le cuivre, mais aussi le coltan, le cobalt, le nickel... se trouvent en grande quantité dans des bassins forestiers. Le bassin amazonien et le bassin du Congo, ainsi que les forêts d'Asie du Sud-Est sont fortement impactés par les activités minières. Les impacts directs sont la destruction des sols, la déforestation et la pollution des milieux induits par l'activité d'extraction. Les impacts indirects, diffus tout autour de la zone d'extraction, l'afflux de population dans une zone qui était peu peuplée auparavant, avec pour conséquences le défrichement pour l'agriculture vivrière, l'augmentation de la chasse et de l'utilisation du bois d'œuvre et de feu. Des risques de pollution diffuse existent également lors de dysfonctionnements de l'exploitation, comme la rupture du barrage de Brumadinho au Brésil en 2015.

Les risques miniers inhérents à l'exploitation souterraine des gisements miniers sont principalement des risques de mouvement de terrain (effondrement de têtes de puits, de galeries et glissement de matériaux des terrils) qui provoquent des blessures graves et des morts chez les mineurs. Les mineurs sont aussi victimes de maladies liées à leur environnement de travail : la silicose qui atteint les poumons est un vrai fléau, mais d'autres maladies sévissent également. Les voies respiratoires des mineurs sont souvent touchées à cause de la poussière de charbon.

Les auteurs

SPÉCIMEN

A : rupture du barrage de Brumadinho au Brésil

B : destruction de la forêt et dégradation du sol

C : pollution de l'eau

D : pollution des sols

Document 5 : quelques inconvénients de l'exploitation minière

Texte 6

L'exploitation aurifère représente généralement une part élevée des investissements étrangers directs dans les pays en développement et une part substantielle des recettes en devises. D'après un récent rapport du World Gold Council, l'exploitation aurifère aurait rapporté quelque 78 milliards de dollars en valeur brute ajoutée et représenterait 530 000 emplois directs dans les 15 principaux pays producteurs d'or. L'extraction minière a en outre tendance à créer un grand nombre d'emplois indirects et à avoir d'importants effets multiplicateurs, du fait notamment que la plupart de ses emplois sont bien payés et hautement qualifiés. C'est particulièrement vrai dans les pays en développement.

Au Ghana et au Pérou, on estime respectivement à 28 et à 19 le nombre d'emplois et de moyens d'existence périphériques créés par chaque poste dans l'industrie minière. En Afrique du Sud, l'industrie minière représente 1,4 million d'emplois directs, indirects ou induits qui, en moyenne, couvrent chacun les besoins de neuf personnes à charge. L'exploitation des ressources minières fournit au pays une part importante des recettes provenant de l'impôt sur le revenu des sociétés, de la taxe sur le combustible et l'impôt foncier. Les employés concernés paient des charges sociales et de l'impôt sur le revenu des particuliers. Elle procure des moyens de subsistance aux

femmes dans le secteur de l'extraction aurifère artisanale et permet de satisfaire leurs défis et leurs perspectives d'autonomisation.

L'extraction minière peut avoir des avantages socio-économiques pour les communautés par la construction d'infrastructures telles que les hôpitaux, les écoles, les routes, les châteaux d'eau potable et l'électrification des zones habitées

Les auteurs

E : une salle de classe

F : un échangeur à Abidjan

G : un centre hospitalier

H : une route éclairée

Document 6 : quelques avantages de l'exploitation minière

Activité 2

- ***Lis les textes 5 et 6.***
- ***Observe les images.***
- ***Relève dans le texte les inconvénients et les avantages de l'exploitation minière.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

L'exploitation minière a des impacts positifs et négatifs sur l'environnement et sur la qualité de vie des populations.

En effet, l'ouverture des chantiers d'exploitation s'accompagne d'un **abattage abusif** et anarchique des arbres à l'origine de la **disparition du couvert végétal** (B) nécessaire à la survie des populations des zones exploitées. L'érosion des sols dénudés par les eaux de ruissellement (B),

SPECIMEN

suite au déboisement, rend ceux-ci **infertiles** et impropres à l'agriculture. L'exploitation minière engendre la **déforestation** et la **famine**. Elle entraine la formation des collines et plateaux artificiels suite à l'accumulation des mottes de morts-terrains formant ainsi des buttes géantes accolées avec des vallées géantes occupées par des étangs artificiels.

Elle provoque la **pollution des eaux** (C), la dégradation et la pollution des sols qui peuvent durer des décennies même des siècles (D) conduisant à la pénurie des terres cultivables, sources de conflits entre les agriculteurs.

La destruction de la **couche d'ozone** par les gaz à effet de serre émis par les engins motorisés utilisés dans l'exploitation minière engendre le réchauffement de la Terre à l'origine du changement climatique. Ces gaz à effet de serre provoquent chez les mineurs des **maladies respiratoires** souvent mortelles. De plus, des éboulements de terrains provoquent souvent des blessures graves et des morts chez les mineurs dans les galeries.

L'exploitation minière a des aspects positifs chez l'Homme (texte 6), car elle permet de créer des **emplois**, d'améliorer le revenu annuel des travailleurs, d'accroître les ressources financières de l'État qui les utilise pour construire des salles de classes (E), des routes (F), des **centres hospitaliers** (G)..., pour **électrifier les villages** (H), et pour fournir de l'eau potable aux populations. Elle permet donc d'améliorer la qualité de vie des populations.

Utilise tes acquis

Une société d'exploitation minière se rend dans ton village dans le but d'exploiter le sous-sol riche en or et d'y installer une usine de traitement des minerais. Elle organise une réunion pour informer la population sur les chances offertes aux villageois d'avoir des emplois. Ton oncle sans emploi, qui assistait à cette réunion, était très heureux de la nouvelle. Mais des élèves de niveau terminale D, retournés à la terre, s'y opposent avec détermination.
Ne comprenant pas le comportement surprenant de ces jeunes, ton oncle vient te rencontrer pour s'informer sur l'impact de l'exploitation minière sur la vie de la population. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour lui expliquer le refus des jeunes.

Document 1

SPÉCIMEN

Document 2

1- Identifie les types d'exploitation minière présentés par les documents 1 et 2.

2- Décris chaque type d'exploitation.

3- Déduis l'impact de l'exploitation et des industries minières sur l'environnement et sur l'Homme.

Retiens l'essentiel

La prospection minière est l'ensemble des opérations qui sont exécutées depuis le premier indice jusqu'à l'évaluation du gisement. Elle associe la géochimie et la géophysique. Les méthodes de prospection des minerais sont basées sur le comportement de ceux-ci, le mécanisme de leur mise en place et leur affinité avec les roches. La prospection minière utilise les méthodes indirectes que sont les méthodes radiométrique, électrique et magnétique pour rechercher les gisements primaires et les méthodes directes que sont la prospection alluvionnaire et la prospection géochimique pour rechercher les gisements résiduels et alluvionnaires.

La méthode d'exploitation minière dépend de la profondeur à laquelle se localise le minerai. La technique de la « batée » qui est à la fois une technique de prospection et d'exploitation est utilisée pour les gisements de surface. L'exploitation à ciel ouvert est utilisée pour les gisements situés à faible profondeur (entre 0 et 400m) alors que l'exploitation souterraine qui utilise des galeries creusées à partir de la surface pour atteindre les minerais localisés au-delà de 400 m, est utilisée pour les gisements de profondeur.

L'exploitation minière a des impacts positifs, par les richesses qu'elle apporte au pays mais a aussi des impacts négatifs par la dégradation de l'environnement qu'elle provoque. Le déboisement massif est en partie à l'origine de la disparition du couvert végétal et de l'érosion des sols qui deviennent infertiles à l'agriculture. La pollution marine, les effluents liquides, solides ainsi que les poussières issues du traitement posent de sérieux problèmes environnementaux tels que la pollution de l'air, de l'eau des puits et des sols.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous se rapportent aux méthodes de prospection minière.

1- La prospection géochimique est une méthode de prospection indirecte.

2- La méthode radiométrique est une méthode de prospection directe.

3- La sismique réflexion est une méthode de prospection indirecte.

4- La méthode magnétique est une méthode de prospection indirecte.

5- La prospection géophysique est une méthode de prospection directe.

6- La prospection alluvionnaire est une méthode de prospection directe.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 Les affirmations ci-dessous sont des réponses données par des élèves à la consigne suivante : « dégage les impacts de l'exploitation minière sur l'environnement et la qualité de la vie des populations ».

L'exploitation minière :

A- est source de création d'emplois dans la région ;

B- entraine la pollution des eaux et de l'air dans les régions ;

C- enrichit les sols et favorise une bonne agriculture ;

D- protège la couche d'ozone en luttant contre les gaz à effet de serre ;

E- détruit la flore et la faune de la région ;

Relève la ou les lettre(s) correspondant à la ou aux réponses(s) juste(s).

3 Le tableau ci-dessous présente des méthodes directes de prospection et leurs descriptions.

Méthodes de prospection	Descriptions
1- Prospection géologique	a- Consiste à rechercher les minérais dans les sédiments des cours d'eaux
2- Prospection alluvionnaire	b- Consiste à examiner des échantillons prélevés sur les affleurements contenant des minéralisations, à les analyser et à déterminer la nature de la roche encaissante
3- Prospection géochimique	c- Consiste à étudier la distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre.

Associe chaque méthode directe de prospection à sa description, en utilisant les chiffres et les lettres.

4 Les étapes de l'exploitation à ciel ouvert ci-dessous te sont proposées dans le désordre.

A- Extraire, les couches de haute teneur aurifère, à l'aide des pelleteuses ;

B- Défoncer les terrains latéritiques et oxydés à l'aide de bulldozers :

C- Déboiser et déblayer la végétation ;

D- Charger les échantillons sur des camions et les transporter vers la station de traitement.

Range-les dans l'ordre chronologique de l'évolution des activités, en utilisant les lettres.

5 Le texte ci-dessous se rapporte aux méthodes de prospection des gisements miniers.

La prospection minière est l'ensemble des opérations qui sont exécutées depuis le premier indice jusqu'à l'évaluation du minerai. Les méthodes directes se résument à la prospection ...1... qui consiste à rechercher les minerais dans les sédiments des cours d'eau par la technique de la ...2... ou le lavage des sables, limons et graviers à l'aide d'un récipient (un pan ou une calebasse). La prospection ...3.... consiste à

PREVIEW

effectuer des prélèvements au niveau des layons à une faible profondeur dans les roches ou les alluvions. Les ...4... sont basées sur la prospection géophysique. Il s'agit de la ...5... basée sur la conductibilité et la résistivité des minéraux, la ...6... qui utilise un compteur Geiger sur un certain nombre d'itinéraires permettant de déterminer la radioactivité de chaque affleurement et la ...7... basée sur les propriétés de l'aimant à exercer une attraction sur certains métaux.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : batée ; géochimique ; méthode électrique ; alluvionnaire ; méthode magnétique ; méthode radiométrique ; méthodes indirectes.

6 Les mots et expressions ci-dessous sont utilisés dans le cadre de l'exploitation minière.

1- Découverture ; 2- technique de la batée ; 3- méthode géochimique ; 4- méthode électrique ; 5- méthode géologique ;	6- galerie ; 7-méthode radiométrique ; 8- mort-terrain ; 9- méthode magnétique ; 10- forage.

Range-les selon qu'ils se rapportent à une prospection directe (A), à une prospection indirecte (B), ou à une méthode d'exploitation (C), en utilisant les lettres et les chiffres.

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent à la prospection et à l'exploitation des gisements miniers.

1- Les méthodes directes de prospection minière sont :
a- la batée ;
b- la prospection alluvionnaire ;
c- la prospection géologique ;
d- la prospection électrique.

2- Les méthodes indirectes de prospection minière sont :
a- la prospection alluvionnaire ;
b- la prospection électrique ;
c- la prospection radiométrique ;
d- la prospection magnétique.

3- L'exploitation à ciel ouvert concerne :
a- les gisements de profondeur ;
b- les gisements de surface ;
c- les gisements alluvionnaires ;
d- les placers.

4- L'exploitation souterraine concerne :
a- les gisements de profondeur ;
b- les gisements de surface ;
c- les gisements alluvionnaires ;
d- les placers.

Relève, dans chaque série, la proposition fausse, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte ci-dessous est relatif aux conséquences de l'exploitation minière sur l'environnement et sur l'Homme.

L'ouverture des chantiers d'exploitation s'accompagne d'un ...1... et anarchique des arbres à l'origine de la disparition du ...2... nécessaire à la survie des populations des zones exploitées. L'...3... des sols dénudés par les eaux de ruissellement, suite au déboisement rend ceux-ci ...4... et impropres à l'agriculture. L'exploitation minière engendre la ...5... et la famine. Elle entraine la formation des collines et plateaux artificiels suite à l'accumulation des mottes de ...6... formant ainsi des buttes géantes accolées avec des vallées géantes occupées par des étangs artificiels. L'exploitation minière a des ...7... Elle provoque la ...8..., la dégradation des sols, la ...9... des sols et de l'air qui peut durer des décennies, même des siècles. La destruction de la ...10... par les gaz à effet de serre émis lors de l'exploitation minière engendre des maladies respiratoires et le réchauffement de la Terre, cause du changement climatique aux effets dévastateurs. L'exploitation minière a des ...11... car elle permet de créer des...12... d'améliorer le revenu annuel des travailleurs, d'accroître les ...13... de l'État et d'améliorer la qualité de vie des populations.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants : érosion ; pénurie des terres cultivables ; ressources financières ; aspects positifs ; morts-terrains ; emplois ; abattage abusif ; couche d'ozone ; couvert végétal ; pollution des eaux ; déforestation ; aspects négatifs ; infertiles.

SPECIMEN

Consolide tes acquis

1 Le club Environnement de ton établissement, dans le cadre de ses activités, organise une conférence sur l'exploitation des ressources minières. Le conférencier affirme que les méthodes d'extraction des ressources minières dépendent de la profondeur à laquelle se trouve le minerai. Il s'appuie sur les documents ci-dessous relatifs à l'exploitation de l'or pour étayer ses propos.

Document 1

Document 2

Absent à la conférence, un élève de terminale D reçoit de son camarade de classe les documents. Éprouvant des difficultés à comprendre les méthodes d'exploitation de l'or, représentées par les documents, cet élève sollicite ton aide.

1- Identifie la méthode d'exploitation présentée par chaque document.
2- Décris les différentes méthodes d'exploitation minière.
3- Déduis le type de gisement adapté à chaque méthode d'exploitation.

2 Ton camarade de quartier, élève en classe de seconde A, t'informe que des agents d'une société d'exploitation minière, équipés d'appareils et d'outils, ont sillonné plusieurs endroits du leur village tout en prélevant des échantillons de roches, dans le but de trouver un gisement minier, susceptible d'être exploité.
Curieux, ton camarade veut connaître les méthodes de prospection et d'exploitation minière ainsi que les conséquences de l'exploitation minière. Il sollicite ton aide. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour l'informer.

Document 1 : prélèvement d'échantillons de roches

Document 2 : utilisation d'un résistivimètre

Document 3 : analyse de roches tamisées

Document 4 : utilisation d'un compteur Geiger

Document 5 : prospection alluvionnaire

Document 6 : utilisation d'un magnétomètre

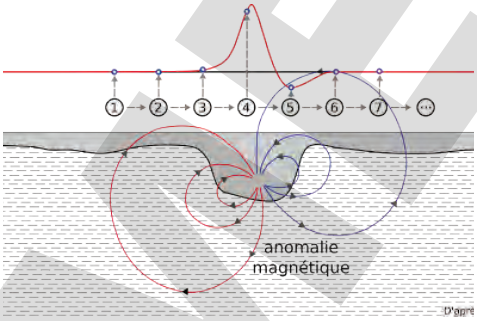
1- Identifie la méthode présentée par chaque document.
2- Classe-les selon qu'il s'agit d'une méthode directe ou d'une méthode indirecte de prospection.
3- Décris chaque méthode.
4- Propose l'intérêt de la prospection minière.

SCIMA

Un élève en classe de 1re D observe que dans sa région des hommes creusent des puits desquels ils prélèvent des blocs de roches qu'ils concassent. Le produit obtenu par ceux-ci est lavé par leurs épouses dans une source d'eau à la recherche de pépites d'or qu'elles trouvent rarement.

Soucieux de connaître les méthodes utilisées pour rechercher et exploiter les minerais, il partage ses observations avec toi et demande ton aide. Tu te sers des documents ci-dessous et du texte pour le faire.

Document 1



Document 2

Document 3

Document 4

Texte

L'industrie minière est une industrie lucrative et créatrice d'emploi très importante à travers le monde. L'extraction des ressources dans le sol est essentielle à la construction de presque tous les éléments présents de nos jours pour ainsi nous permettre une vie moderne. Elle le sera d'autant plus à l'avenir, considérant qu'une grande quantité de métaux sera nécessaire afin de produire les technologies à faible émission de carbone, notamment le cuivre, l'aluminium et plusieurs terres rares. Toutefois, l'exploitation des ressources naturelles n'a pas toujours pris en compte la dimension environnementale et de nombreuses mines abandonnées causent encore à ce jour des dommages importants aux écosystèmes.

1- Détermine les méthodes de prospection et d'exploitation, en te servant des documents.

2- Justifie l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et l'Homme.

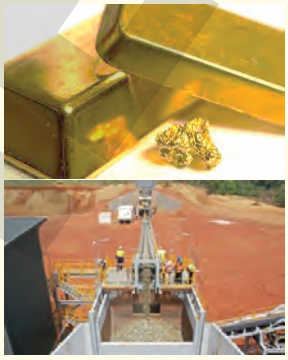
SPÉCIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de l'exploitation minière permet de connaître les méthodes de prospection et d'exploitation des gisements miniers. La maîtrise des méthodes de prospection permet aux États dont le sous-sol regorge d'énormes gisements miniers d'effectuer eux-mêmes des recherches pour localiser les différents types de gisements miniers en vue de les exploiter pour leurs industries. Il est donc important pour les Africains de former des ingénieurs capables d'utiliser les méthodes de prospection minière afin d'éviter les guerres civiles provoquées par les dirigeants des pays industrialisés dans le but de les spolier de leurs minerais précieux.

L'exploitation d'or en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire poursuit son dynamisme minier boosté par l'entrée en production de 5 nouvelles mines d'or en 2023 : Séguéla (Fortuna Silver Mines), Abudjar, Lobo (Daloa, Tietto Minerals) et à venir en 2024, Lafigué (Dabakala, Endeavour). Ces mines permettront d'atteindre une production de 65 t d'or en 2025 contre 48 t en 2022 et 50 t en 2023. Le pays est classé 9e producteur d'or en Afrique et 22e au niveau mondial. L'or est la ressource la plus explorée en 2023 avec 174 permis soit 41 % des permis. Nous comptons 14 mines industrielles, 227 mines semi-industrielles et 149 mines artisanales actives. Montage Gold vient de découvrir un gisement de taille mondiale (114 t d'or).



La mine d'or de Séguela

L'exploitation de manganèse en Côte d'Ivoire

En Côte d'ivoire les sociétés extractives ont souvent maille à partir avec les populations vivant à proximité des sites d'exploitation minière. Expropriation de terres, destruction des cultures, dédommagements fantaisistes, voire absence d'indemnisation, nuisances sonores, mécontentement... rythment la vie dans ces zones. La région manganésifère du Nord-Est de la Côte d'Ivoire (le Zanzan) ne fait pas exception de ces crises. Depuis 8 ans, les habitants demandent réparation des torts causés par un géant minier : l'indien Dharni Sampda (Taurian). La production de manganèse est passée de 1 325 525 t en 2020 à 961 267 t en 2021.

La mine de manganèse de Bondoukou

L'exploitation de diamant en Côte d'Ivoire

Les ressources en diamant de la Côte d'Ivoire sont estimées à 11 millions de carats et localisées à Bobi (Centre Ouest) et Tortiya (Nord). La production de diamant a repris en 2015 avec une production de carats, après la levée en 2014 de l'embargo des Nations Unies sur les exportations de diamants ivoiriens. La production de diamant devrait reprendre sa progression et se situer à 5 000 carats en 2024, pour atteindre 5 050 carats en 2025 et 5 100 carats en 2026.

Laverie-mobile de diamants

Les autres minerais exploités en Côte d'Ivoire

Le nickel de 1 347 975 t en 2020 à 1 764 150 t en 2021 ; la bauxite 272 294 t en 2020. Le pays enregistre un total de 41 projets miniers, dont 5 sont en production et 36 en cours de développement. L'exploitation minière est dominée par Barrick Gold ; Endeavour Mining ; Perseus Mining avec la présence de Allied Gold ; Tietto Minerals ; Fortuna Silver Mines.
Le secteur minier a généré en 2021 un Chiffre d'affaires de 1,5 Md EUR, soit environ 980 milliards de francs CFA.

SPÉCIMEN

COMPÉTENCE 1

TRAITER UNE SITUATION RELATIVE À LA GÉOLOGIE ET À LA PÉDOLOGIE

THÈME 2

LA GESTION DES SOLS

> Leçon : l'amélioration et la protection des sols

SPÉCIMEN

Leçon

L'AMÉLIORATION ET LA PROTECTION DES SOLS

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- identifier quelques techniques d'amélioration et de protection des sols ;
- décrire quelques techniques d'amélioration et de protection des sols ;
- établir la relation entre l'exploitation rationnelle des sols et la préservation de l'environnement ;
- dégager l'intérêt des techniques de l'amélioration des sols et les avantages des techniques de protection des sols.

Tes prérequis

Un sol fertile est un sol bien aéré, perméable à l'eau, riche en sels minéraux, en humus et en microorganismes. Il est apte à l'agriculture. En l'absence de couvert végétal, le sol se dégrade et perd sa fertilité.

Situation d'apprentissage

Deux fermiers cultivent du maïs pour nourrir leurs poulets. Le premier épand du fumier sur sa parcelle et le second recouvre sa parcelle de tiges de céréales avant de semer, tous les deux, les grains de maïs à la même date.

Quelques semaines plus tard, un élève de terminal D remarque que les plants de maïs des deux fermiers présentent des tiges robustes et des feuilles vertes.

Soucieux de comprendre la ressemblance entre les plants de maïs des deux parcelles, il informe ses camarades de classe. Ensemble, ils décident de déterminer les techniques d'amélioration et de protection des sols et de dégager les avantages de ces techniques.

SPECIMEN

L'AMÉLIORATION DES SOLS PAR L'AMENDEMENT CALCAIRE

L'AMENDEMENT CALCAIRE

Activité 1

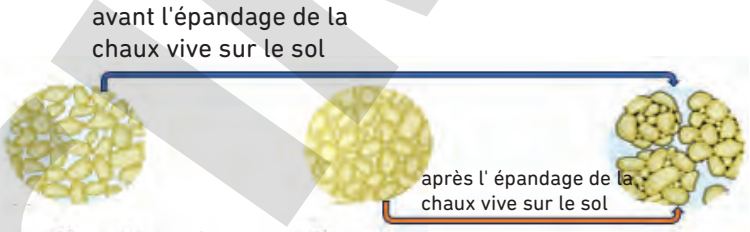
- *Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de l'amendement calcaire.*
- *Décris le protocole expérimental.*
- *Observe des images ou visualise une vidéo relative à l'évolution des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol avant et après épandage de la chaux vive sur une parcelle.*
- *Relève les résultats de l'expérience des recherches et de l'observation.*

Le point de l'activité

En vue de déterminer l'action de l'amendement calcaire sur les propriétés du sol, des observations au microscope et des analyses chimiques sont faites, avant et après l'apport de la chaux vive au sol

Les résultats des observations et des analyses sont représentés par les documents 1 ; 2 ; 3 et 4.

Document 1 : épandage de la chaux vive sur le sol d'une parcelle



Document 2 : impact de l'amendement calcaire sur les propriétés physiques du sol

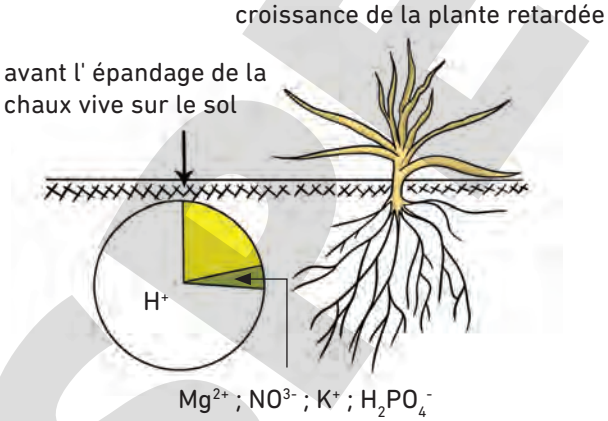


Figure 3 : Proportions des ions minéraux dans le sol avant l'apport de la chaux vive

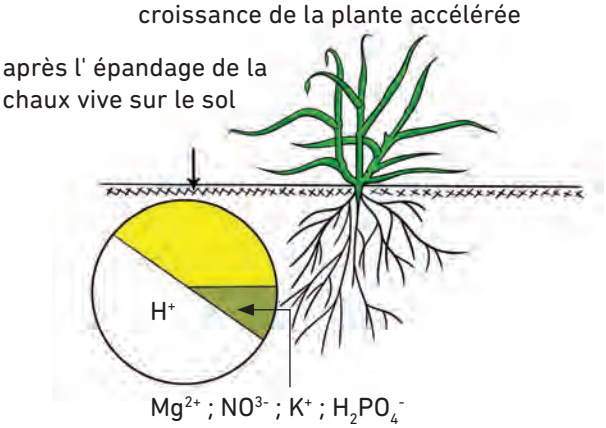


Figure 4 : Proportions des ions minéraux dans le sol après l'apport de la chaux vive

Document 3 : impact de l'amendement calcaire sur les propriétés chimiques du sol

SPECIMEN

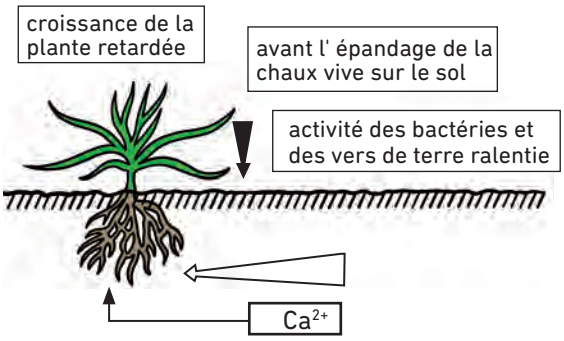


Figure 5 : proportion faible de Ca^{2+}

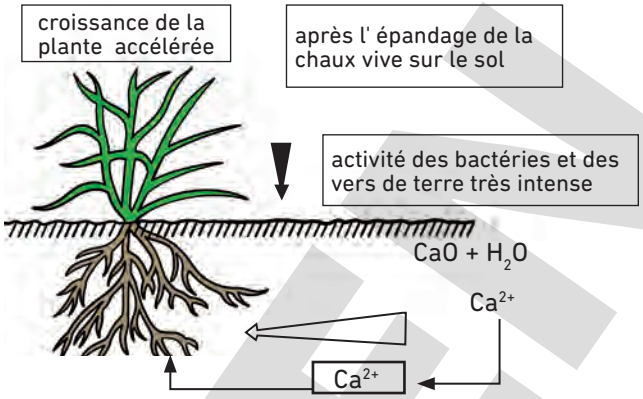


Figure 6 : proportion importante de Ca^{2+}

Document 4 : impact de l'amendement calcaire sur les propriétés biologiques du sol

Activité 2

- ***Observe les documents 1, 2 3 et 4.***
- ***Analyse-les.***
- ***Explique le mode d'action de l'amendement calcaire.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l' activité

Les amendements calcaires consistent à apporter au sol des composés riches en calcium (chaux ou calcaire broyé, cendres de bois...).

Avant l'amendement calcaire, le sol présente de **mauvaises propriétés** physiques, chimiques et biologiques. Le sol a une **structure compacte**, instable, peu perméable à l'eau et à l'air. Les particules sont terreuses facilement dispersées par les eaux de pluie ou d'arrosage (figure 1). Le sol est **acide** (pH compris entre 4 et 5) avec une grande quantité d'ions hydrogènes (H^+) libres dans la solution du sol. La quantité d'ions (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K+, NH^{4+}) qui se fixent sur le complexe argilo-humique est faible, la plante a une **croissance retardée** (figure 3) et l'activité des bactéries et des vers de terre est ralentie (figure 5). Par contre, après l'amendement calcaire, le sol présente de **bonnes propriétés** physiques, chimiques et biologiques. Le complexe argilo-humique est floculé et soude solidement les particules terreuses en **agrégats stables** (figure 2). Le pH du sol est plus élevé (compris entre 6 et 7), la quantité d'ions H^+ dans le sol diminue, la quantité d'ions fixés sur le complexe argilo-humique augmente (figure 4) et l'activité des bactéries et des vers de terre est intense (figure 6).

La chaux vive apportée au sol (CaO) s'hydrate et se dissocie dans le sol suivant l'équation :

$$\underset{\text{chaux vive}}{CaO} + \underset{\text{eau}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{hydroxyde de calcium}}{Ca(OH)_2} \longrightarrow \underset{\text{ion calcium}}{Ca^{2+}} + \underset{\text{hydroxyde}}{2OH^-}$$

Les ions calcium floculent l'argile et l'humus d'une manière plus énergique formant le complexe argilo-humique. Ce complexe soude solidement les particules minérales du sol (éléments terreux) en agrégats aérés et stables donnant une **structure grumeleuse** au sol qui devient perméable à l'eau. L'amendement calcaire améliore ainsi les propriétés physiques du sol.

Les ions Ca^{2+} libérés se fixent sur le complexe argilo-humique en échange des ions H^+. Les ions OH^- de la solution du sol se combinent aux ions H^+ libérés pour former des molécules d'eau selon

SPECIMEN

l'équation suivante : $2OH^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O$. Il s'ensuit une diminution de la quantité des ions H^+ qui entraîne l'élévation du pH du sol qui tend vers la neutralité. L'amendement calcaire augmente le pH des sols acides favorisant l'absorption des sels minéraux par les plantes. Il améliore donc les propriétés chimiques du sol.
L'amendement calcaire neutralise l'acide produit par l'activité biologique et favorise le développement des microorganismes et des lombrics ou vers de terre, ce qui intensifie l'activité biologique. L'amendement calcaire améliore les propriétés biologiques du sol.
Les amendements calcaires améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

Vérifie tes acquis

Répondant à la consigne « explique le mode d'action du chaulage sur le sol», des élèves font les propositions ci-dessous.

Le chaulage :

A- libère dans le sol des ions Ca^{2+} qui remplacent les ions H^+ sur le complexe adsorbant pour corriger l'acidité du sol.

B- libère dans le sol des ions Ca^{2+} qui associent l'argile et l'humus pour former le complexe argilo-humique, lequel disperse les particules terreuses du sol.

C- permet la fixation des anions par le complexe argilo-humique grâce aux ions Ca^{2+} libérés.

D- enrichit le sol en ions H^+ et rend le sol acide.

E- transforme la structure compacte du sol en une structure particulaire résistante à la battance.

Choisis les lettres des propositions justes.

L'AMÉLIORATION DES SOLS PAR L'AMENDEMENT HUMIFÈRE

L'AMENDEMENT HUMIFÈRE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de l'amendement humifère.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à l'évolution des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol avant et après épandage du fumier sur une parcelle.***
- ***Relève les résultats de l'expérience et de l'observation.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer l'action de l'humus sur les propriétés du sol, des observations au microscope et des analyses chimiques, sont faites, avant et après l'apport du fumier (matières organiques) au sol.

Les résultats des observations et des analyses sont représentés par les documents 6 ; 7 et 8.

SPÉCIMEN

Document 5 : épandage du fumier sur le sol d'une parcelle

Figure 7 **Figure 8**

Document 6 : impact de l'amendement humifère sur les propriétés physiques du sol

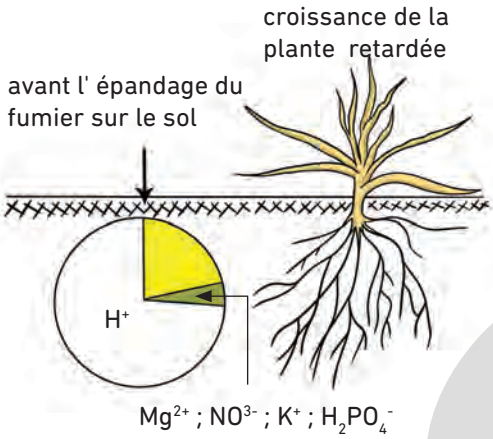


Figure 9 : Proportions des ions minéraux dans le sol avant l'apport du fumier

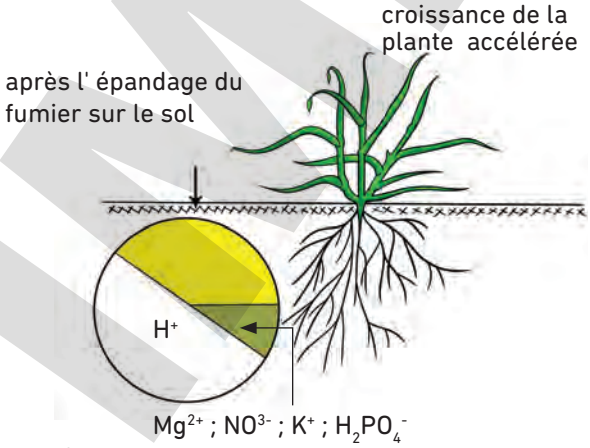


Figure 10 : Proportions des ions minéraux dans le sol après l'apport du fumier

Document 7 : impact de l'amendement humifère sur les propriétés chimiques du sol

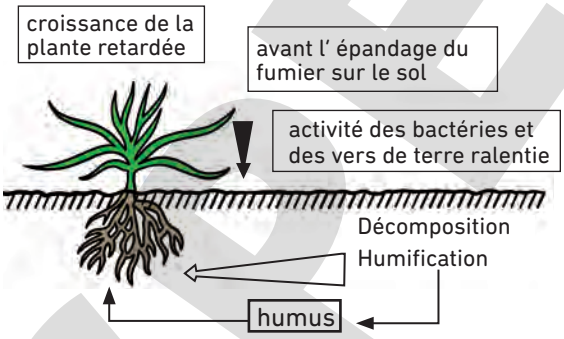


Figure 11: faible minéralisation

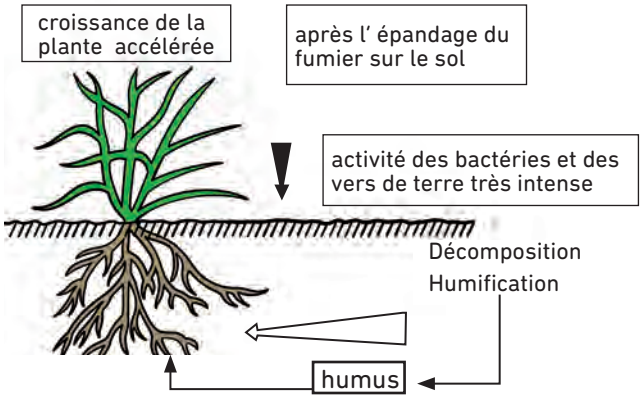


Figure 12 : minéralisation importante

Document 8 : impact de l'amendement humifère sur les propriétés biologiques du sol

SECMEN

Activité 2

- ***Observe les documents 5 ; 6 ; 7 et 8.***
- ***Analyse-les.***
- ***Explique le mode d'action de l'amendement humifère.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Les amendements organiques ou humifères consistent à apporter au sol des matières organiques (paille, fumier, compost...).

Avant l'**amendement humifère**, le sol présente de mauvaises propriétés physiques, chimiques et biologiques. Il a une structure compacte, instable, peu perméable à l'eau et mal aérée. (figure 7).

Il est acide (pH compris entre 4 et 5) avec une grande quantité d'ions hydrogènes (H^+) libres dans la solution du sol. Il est pauvre en ions (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, NH^{4+}) et la plante a une croissance retardée (figure 9). L'**activité des bactéries** et des vers de terre est **ralentie** (figure 11).

Par contre, après l'amendement humifère, le sol présente de bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques. Il a une **structure grumeleuse**, stable, perméable à l'eau et bien aérée (figure 8).

La quantité d'ions H+ dans le sol diminue et son pH est élevé (compris entre 6 et 7). Il est riche en ions (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, NH^{4+}) et la plante a une croissance accélérée (figure 10). L'activité des bactéries et des vers de terre est **intense** (figure 12).

Dans le sol, la matière organique subit d'abord une **décomposition** suivie d'une **humification** et enfin, une **minéralisation** qui entraine une augmentation de la quantité des ions minéraux dans la solution du sol. Ces ions échangeables libérés se fixent sur le complexe argilo-humique qui les met à la disposition de la plante. Ainsi, les **propriétés chimiques** du sol s'améliorent, favorisant la nutrition minérale des plantes dont la croissance est accélérée.

L'humification de la matière organique après sa décomposition, permet d'obtenir de l'humus qui favorise la formation du **complexe argilo-humique**. Ce complexe argilo-humique soude les éléments terreux du sol en agrégats stables pour donner une structure grumeleuse. Cette structure donne au sol une bonne perméabilité, une bonne porosité, une bonne capacité de rétention en eau et en air. Les propriétés physiques sont ainsi améliorées.

La matière organique apportée au sol sert de support et d'**aliments aux microorganismes** et aux vers de terre qui se développent. Leur développement accélère leur activité. Ainsi, les propriétés biologiques du sol sont améliorées.

Les amendements organiques (humifère) améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

SPECIMEN

Vérifie tes acquis

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte au mode d'action des amendements humiques.

En absence ...**1**... dans le sol, les particules terreuses (sable et argile) se dispersent en saison pluvieuse et le sol acquiert une ...**2**... peu perméable à l'eau et à l'air, ou une structure particulaire ...**3**... et souvent sec. L'excès d'eau et la ...**4**... de la structure compacte ou le manque d'eau au niveau de la structure particulaire empêchent toute activité biologique. Ce qui explique le ...**5**... chez les plantes cultivées. La décomposition du compost ou du fumier dans le sol libère de l'humus qui favorise la granulation des sols lourds à structure compacte. L'humus flocule l'argile pour donner au sol une ...**6**..., perméable à l'eau et à l'air, stable et résistance à la dispersion par l'eau. La ...**7**... de l'humus libère des ions minéraux assimilables par les plantes d'où la ...**8**... des plantes cultivées. Les amendements humiques améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : retard de croissance, minéralisation, d'humus, structure compacte, croissance accélérée, structure grumeleuse, perméable à l'eau, mauvaise aération.

L'AMÉLIORATION DES SOLS PAR L'APPORT D'ENGRAIS

L'AMÉLIORATION DES SOLS PAR LES ENGRAIS CHIMIQUES, ORGANIQUES ET VERTS

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de l'évolution du rendement agricole en fonction des doses d'engrais chimiques apportés au sol.***
- ***Décris le protocole expérimental***
- ***Effectue des recherches dans des ouvrages sur les engrais et leur mode d'action.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux engrais et leur mode d'action.***
- ***Relève les résultats de l'expérience, des recherches et de l'observation.***

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer les actions des engrais chimiques, des engrais organiques et des engrais verts sur le sol et sur le rendement des plantes cultivées, des expériences sont réalisées, des observations sont faites et des recherches sont effectuées dans des manuels de pédologie.

L'expérience consiste à mettre en évidence l'action des engrais chimiques ou engrais minéraux sur le rendement des cultures.

Sur un sol infertile morcelé en six parcelles, sur lesquelles des plants de maïs sont cultivés, des doses variées d'engrais chimiques sont apportées puis le rendement de chaque parcelle est relevé.

Les résultats sont consignés dans le tableau et ceux des observations et des recherches sont représentés par les textes et les documents 9 ; 10 et 13.

SPÉCIMEN

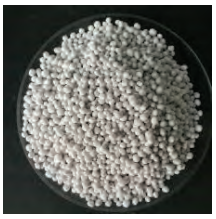


Figure 13 : engrais chimique NPK

Figure 14 : apport d'engrais chimique NPK au sol

Figure 15 : aspect des plantes après l'apport de l'engrais NPK au sol

Document 9 : apport d'engrais NPK au sol et des plantes

Doses d'engrais chimiques apportés kg/ha	50	100	150	200	250	300
Rendement (quintaux/ha)	48	67	82,5	80	60	40

Tableau récapitulatif du rendement de plants de maïs en fonction des doses d'engrais chimiques apportés au sol

Texte 1

Les engrais organiques nourrissent le sol et maintiennent sa fertilité mais n'améliorent pas ses caractéristiques. Ils se déclinent en une diversité de produits qui sont tous naturels, par opposition aux produits de synthèse issus de l'industrie chimique.

Les engrais organiques sont tous naturels, c'est-à-dire qu'ils sont issus de matières provenant des êtres vivants, animaux ou végétaux. Ils libèrent dans le sol principalement de l'azote, du phosphore et de la potasse en quantités variables mais toujours mesurées de sorte que les plantes n'en subissent pas des effets trop rapides qui les empêcheraient de se développer normalement.

Les auteurs

Figure 16 : engrais organique d'origine animale

Figure 17 : engrais organique d'origine végétale

Document 10 : engrais organiques

SPECIMEN

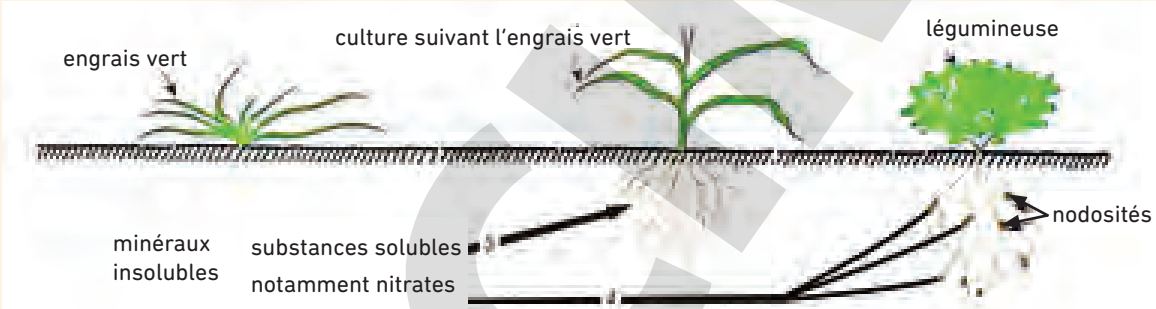
Texte 2

Les engrais verts sont des plantes à croissance rapide que l'on sème entre deux cultures commerciales. Ces plantes, que l'on incorpore au sol ou que l'on laisse se décomposer à la surface du sol, fournissent de l'azote et d'autres éléments nutritifs à la culture suivante. Elles augmentent la matière organique et la capacité de rétention d'eau du sol, tout en empêchant les mauvaises herbes de pousser et l'érosion du sol. Ainsi, les plantes cultivées après l'engrais vert en tirent de nombreux bénéfices, tandis que les qualités physiques, chimiques et biologiques du sol augmentent à long terme.

Les auteurs

Document 11 : association arachide (légumineuse) et maïs

Document 12 : association pueraria (plante de couverture) et palmier à huile



Les sécrétions de leurs racines attaquent les minéraux insolubles, les rendant assimilables pour eux-mêmes

Document 13 : Relations entre les plantes cultivées et les engrais verts

Activité 2

- *Observe les documents 9 ; 10 ; 11 ; 12 et 13.*
- *Lis les textes 1 et 2.*
- *Analyse les résultats de l'expérience.*
- *Interprète-les.*
- *Relève les différents types d'engrais organiques.*
- *Explique le mode d'action des engrais organiques et des engrais verts.*
- *Tire une conclusion.*

SPECIMEN

Le point de l'activité

Pour des doses d'engrais chimiques allant de 50 à 150kg/ha, le rendement de la parcelle augmente en passant de 48 à 82,5 quintaux/ha (valeur maximale), car les doses d'engrais chimiques apportées libèrent des éléments minéraux directement assimilables par les plantes. Ces doses corrigent progressivement la **carence du sol** en éléments nutritifs.

À partir de 150kg/ha, le rendement de la parcelle diminue de 82,5 à 40 quintaux/ha, car les fortes doses d'engrais deviennent **toxiques** pour les plantes.

La valeur de 150kg/ha représente la **dose optimale**, car cette dose donne le meilleur rendement (82,5 quintaux/ha).

L'**engrais chimique** ou **engrais minéral** principalement constitué d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) apporte des sels minéraux **directement assimilables** par les plantes qui deviennent robustes et aux feuilles vertes.

L'engrais chimique apporté à des doses convenables améliore la fertilité du sol donc le rendement des cultures de maïs. À des doses élevées, l'engrais chimique devient toxique pour les cultures.

Les **engrais organiques** sont généralement d'origine animale (sang desséché, cornes torréfiées, déchets de poisson, fientes de volailles...) ou végétale (résidus verts compostés ou non), souvent sous forme de granulés (document10) et ils peuvent être synthétisés (texte 1). Ces engrais organiques, non assimilables directement par les plantes, subissent une **minéralisation**, sous l'action des vers de terre et des microorganismes et libèrent dans le sol principalement de l'azote, du phosphore et du potassium en quantités variables. Les minéraux libérés à la suite de la minéralisation, assimilables par les plantes, sont absorbés par celles-ci.

Les **engrais verts** sont des plantes cultivées ou des plantes de couverture qui améliorent les propriétés des sols. Les **légumineuses** telles que le haricot, le soja, les pois, le niébé, les fèves, les lentilles, l'arachide (document 11) ... sont souvent utilisées comme engrais verts, car leur système racinaire possède des **nodosités** qui hébergent des bactéries du genre rhizobium, capables de fixer l'azote atmosphérique (N_2) qu'elles transforment en **ion nitrate** (NO_3^-), assimilable par les plantes (document 13).

La décomposition du mélange paille-engrais verts est rapide et fournit une quantité abondante d'humus au sol. La minéralisation de l'humus enrichit le sol en ions minéraux assimilables par les plantes.

Le **pueraria** (document 12) est souvent utilisée comme plante de couverture du sol pour prévenir l'érosion, améliorer la fertilité des sols et étouffer les mauvaises herbes. En effet, la décomposition des feuilles et tiges mortes, suivie de l'humification et de la minéralisation enrichit en permanence le sol en ions minéraux utilisés par les plantes.

Les engrais verts protègent le sol contre la battance des pluies et l'érosion. Ils améliorent la technique d'enfouissement des pailles et la structure du sol et favorisent la nutrition minérale des plantes. Leurs racines divisent le sol qu'elles granulent en agrégats stables et stimulent l'activité biologique.

Un engrais vert est une plante à croissance rapide que l'on cultive ou l'on enfouit dans le sol qui l'a fait pousser pour améliorer la fertilité.

Un **engrais** est une substance destinée à fournir aux plantes, un ou plusieurs **ions minéraux** jugés insuffisamment abondants dans le sol. Il existe trois types d'engrais : les engrais chimiques, les engrais organiques et les engrais verts.

L'amélioration de la fertilité des sols se fait par l'apport d'engrais chimiques, d'engrais organiques au sol ou par l'utilisation d'engrais verts.

SPÉCIMEN

Vérifie tes acquis

Les différents types d'engrais et leurs effets sur la fertilité du sol sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Type d'engrais	Effets sur la fertilité du sol
1- Engrais chimique 2- Engrais organique 3- Engrais vert	a- Améliore uniquement les propriétés chimiques du sol b- Met directement les ions minéraux à la disposition des plantes c- Améliore à la fois les propriétés chimiques et physiques du sol d- Libère directement les ions minéraux dans la solution du sol e- Libère progressivement les ions minéraux dans la solution du sol

Associe chaque type d'engrais à son et ses effets sur la fertilité du sol, en utilisant les chiffres et les lettres.

LES TECHNIQUES DE PROTECTION DES SOLS

LES TECHNIQUES AGRICOLES DE PROTECTION DES SOLS

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux techniques culturales utilisées pour protéger les sols.***
- ***Identifie les techniques culturales***
- ***Décris-les.***

Le point de l'activité

Des observations sont faites en différents endroits du globe terrestre, en vue d'identifier les techniques culturales utilisées pour protéger les sols.

Les résultats des observations sont représentés par les figures du document 14.

Figure 18 : Le paillage

Figure 19 : Le terrassement

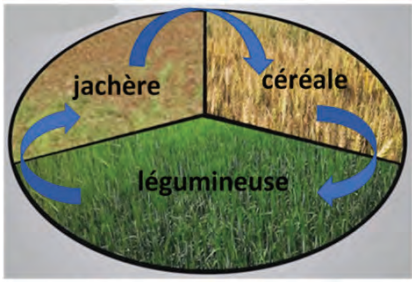


Figure 20 : La rotation des cultures

Figure 21 : Les plantes de couverture

Figure 22 : La jachère

Document 14 : quelques techniques culturales pour la protection des sols.

SPECIMEN

Activité 2

- *Observe les figures du document 14.*
- *Décris-les.*
- *Tire une conclusion.*

Le point de l'activité

Les figures montrent que plusieurs techniques sont utilisées pour protéger les sols. Ce sont : le terrassement, le paillage, l'assolement, la jachère et les plantes de couverture.

Le **terrassement** consiste à créer sur un terrain en pente des surfaces de cultures horizontales successives appelées terrasses. Le terrassement empêche l'écoulement de l'eau le long de la pente tout en permettant l'évacuation des excès d'eau. Les cultures en terrasses sur les terrains en pente permettent de protéger le sol contre l'érosion, le ruissellement des eaux et le ravinement.

Le **paillage** consiste à mettre en place, sur un sol, une couverture de matière végétale morte appelée paille entre 2 cycles de cultures pour éviter le départ de la partie arable du sol. Le paillage permet non seulement de protéger le sol contre l'érosion, la battance des pluies, le lessivage, l'insolation mais également de l'enrichir en humus, en sels minéraux après décomposition de la paille.

L'**assolement** ou la **rotation des cultures** est une alternance de cultures n'ayant pas les mêmes besoins en éléments minéraux sur un même sol, dans le but d'assurer la conservation de la fertilité de ce sol en retardant son épuisement en éléments minéraux.

La **jachère** consiste à laisser le sol au repos après une récolte pendant un certain temps afin qu'il reconstitue naturellement sa réserve minérale. Elle permet de reconstituer la flore et la faune et elle rétablit aussi l'équilibre de l'écosystème.

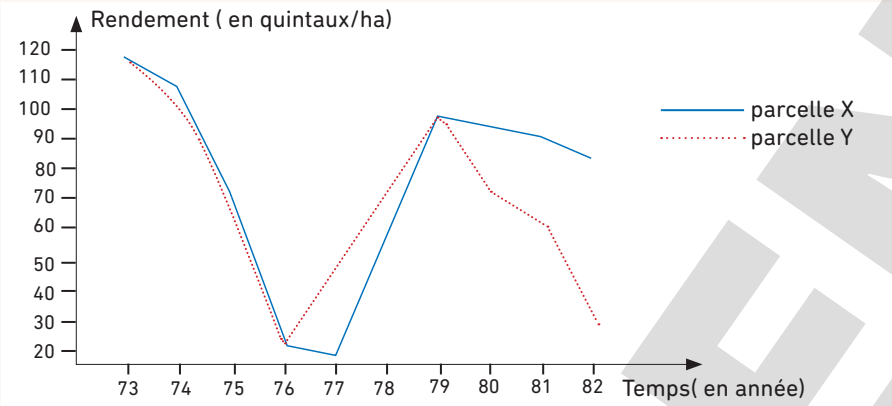
La mise en place de plantes fourragères permet de couvrir rapidement le sol. **Les plantes de couverture** par leur feuillage couvrent efficacement le sol. Elles protègent le sol contre le ruissellement des eaux de pluies, le lessivage et l'insolation. En plus d'enrichir le sol en matière organique et en humus par leur débris divers, elles protègent la faune.

Ces techniques agricoles permettent de préserver l'environnement et de rétablir l'équilibre de l'écosystème.

Utilise tes acquis

Ton camarade de classe, en attente au secrétariat du bureau de son oncle, découvre dans une revue agricole que les engrais chimiques et les composts sont indispensables à l'amélioration du rendement des cultures mais ces substances n'ont pas les mêmes effets sur la production des cultures. Voulant mieux comprendre ces informations, il te sollicite. Pour l'aider, tu t'appuies sur le document ci-après qui présente le rendement de deux parcelles X et Y de même superficie ayant reçu respectivement du compost et de l'engrais chimique de 1976 à 1979.

SPECIMEN



Document

1- Fais une analyse comparée du rendement des parcelles X et Y.
2- Explique l'évolution du rendement des deux parcelles.
3- Dégage l'intérêt de l'apport de l'engrais chimique et du compost.

Retiens l'essentiel

L'utilisation abusive des sols entraine la réduction de leur fertilité. Pour améliorer leur fertilité, des techniques telles que les amendements et les apports d'engrais sont utilisées.
Les amendements calcaires et humifères, qui consistent à apporter du calcium et de l'humus au sol, améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.
Les engrais chimiques mettent à la disposition des plantes des sels minéraux directement assimilables. Ils ont un effet immédiat. Ces engrais améliorent principalement les propriétés chimiques du sol alors que les engrais organiques et les engrais verts améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.
L'engrais organique et les amendements humifères doivent subir une transformation avant de libérer des sels minéraux assimilables par les plantes. Ils ont un effet lent mais durable.
Pour protéger les sols contre leur dégradation, des techniques agricoles telles que le terrassement, le paillage, la jachère, l'assolement et les plantes de couverture, sont utilisées.
Ces techniques d'amélioration et de protection des sols permettent une exploitation rationnelle des sols qui entraine la préservation de l'environnement.

Types d'amendements	Corrections apportées aux propriétés		
	Physiques	**Chimiques**	**Biologiques**
Amendement calcaire	-Floculation énergique des molécules d'argile et d'humus -Structure grumeleuse du sol -Sol perméable à l'eau	- Remplacement des ions H^+ sur le complexe argilo-humique par les ions Ca^{2+} - Fixation facilitée des ions sur le complexe argilo-humique - Élévation du PH	Activation de l'action des microorganismes
Amendement humifère	- Granulation des sols - Structure du sol plus stable	Libération des sels minéraux	Support d'aliments aux microorganismes

Tableau résumant le mode d'action des amendements calcaire et humifère

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous se rapportent aux techniques d'amélioration de la fertilité du sol.

1- Les engrais organiques mettent à la disposition de la plante des sels minéraux directement assimilables.

2- Les amendements améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques alors que les engrais chimiques améliorent principalement les propriétés chimiques.

3- L'amendement calcaire par la chaux vive relève le pH des sols acides.

4- Les engrais verts enrichissent le sol en sels minéraux grâce à l'action des bactéries contenues dans les nodosités de leurs racines.

5- L'amendement humifère facilite l'absorption des sels minéraux.

6- L'amendement calcaire, le terrassement et l'apport d'engrais chimique améliorent la fertilité des sols

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 En réponse à la consigne suivante : « décris des techniques de protection des sols », des élèves donnent les réponses ci-dessous.

A- Le paillage consiste à créer sur un terrain en pente des surfaces de cultures horizontales successives appelées terrasses.

B- Le terrassement consiste à mettre en place, sur un sol, une couverture de matière végétale morte entre 2 cycles de cultures pour éviter le départ de la partie arable du sol.

C- L'assolement est une alternance de cultures n'ayant pas les mêmes besoins en éléments minéraux sur un même sol.

D- La jachère consiste à laisser le sol au repos après une récolte pendant un certain temps afin qu'il reconstitue naturellement sa réserve minérale.

Relève les lettres des réponses justes.

3 Le tableau ci-dessous présente des techniques culturales, leurs principes et leurs intérêts

Techniques culturales	Principes	Intérêts
A- Jachère B- Paillage C- Assolement D- Terrassement	1- Alternance de cultures sur un sol 2- Sol laissé au repos pendant un temps sans faire de cultures 3- Création de surfaces de cultures horizontales sur un terrain en pente 4- Couverture du sol de matières végétales mortes.	a- Lutte contre l'érosion et enrichit le sol en humus b- Bonne gestion de la fertilité du sol c- Lutte contre l'érosion des sols à forte pente d- Reconstitution naturelle de la fertilité du sol.

Associe chaque technique à son principe et à son intérêt, en utilisant les lettres et les chiffres.

4 Les étapes ci-dessous, données dans le désordre, se rapportent au mode d'action de la chaux vive dans le sol.

1- pH relevé ; 2- formation de l'hydroxyde de calcium ; 3-apport de la chaux vive au sol acide ; 4-fixation des ions calcium sur le complexe argilo-humique ; 5- libération des ions H^+ ; 6-dissociation de l'hydroxyde de calcium ; 7- formation de l'eau.

Range-les dans l'ordre chronologique du mode d'action de la chaux vive, en utilisant les chiffres.

SPECIMEN

5 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif aux engrais.

Les engrais chimiques se présentent sous forme de sels que l'on répand sur le sol. Ils se dissolvent dans la...1... dans laquelle ils libèrent des sels minéraux ...2... par les plantes. Par contre, les engrais organiques sont ...3.... Mélangés au sol, les engrais organiques sont transformés en ...4... utilisables par les plantes. L'effet des engrais chimiques est...5... et il ne dure que le temps d'une récolte alors que l'effet des engrais organiques est...6... et durable.

Complète-le avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : lent ; directement assimilables ; indirectement assimilables ; éléments minéraux ; solution du sol ; immédiat.

6 Le tableau ci-dessous présente des types de techniques culturales et des techniques de la fertilité et de protection des sols.

Types de techniques culturales	Techniques d'amélioration et de protection des sols	
A- Techniques d'amélioration de la fertilité des sols	1- Paillage 2- Amendement calcaire 3- Terrassement	5- Apport d'engrais 6- Jachère 7- Assolement 8- Plantes de couverture
B- Techniques de protection des sols	4- Amendement humifère	

Associe à chaque type de technique culturale, les techniques d'amélioration et de protection des sols qui conviennent, en utilisant les lettres et les chiffres.

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent aux techniques d'amélioration de la fertilité et de protection des sols.

1- L'amendement organique :

a- apporte des sels minéraux directement assimilables par la plante ;
b- subit une minéralisation avant la libération des sels minéraux assimilables par les plantes ;
c- protège le sol contre l'érosion.

2- L'apport d'engrais chimiques :

a- fournit des sels minéraux directement assimilables par la plante ;
b- subit une minéralisation avant de libérer des sels minéraux assimilables par les plantes
c- protège le sol contre la battance des pluies.

3- Le paillage est une technique de protection qui consiste à :

a- laisser le sol au repos après une récolte pendant un certain temps ;
b- créer sur un terrain en pente des surfaces de cultures horizontales successives ;
c- mettre en place, sur un sol, une couverture de matière végétale morte entre 2 cycles de cultures.

SPÉCIMEN

4- La jachère est une technique culturale qui consiste à :

a- créer sur un terrain en pente des surfaces de cultures horizontales successives ;

b- mettre en place, sur un sol, une couverture de matière végétale morte entre 2 cycles de cultures ;

c- laisser le sol au repos après une récolte pendant un certain temps.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte aux engrais.

Les engrais utilisés sont d'origine végétale, animale ou mixte. Les ...**1**... proviennent de l'enfouissement sur place de végétaux à croissance rapide et à feuillage très fourni appartenant au groupe des légumineuses. Le trèfle, la luzerne etc. ont en effet la possibilité de fixer ...**2**...de l'air grâce aux ...**3**... de leurs racines. Les engrais d'origine animale (viande, sang desséché, os broyés, déchets de cuir, poils, haine) constituent des engrais riches en...**4**...parfois en phosphate ou en soufre.

Le fumier de ferme est constitué par les ...**5**...des animaux et les litières placés sous eux. Les ...**6**...sont des mélanges de feuilles, d'herbes, de cendres, de résidus de cuisine en décomposition. Les ...**7**...sont formés à partir de fumier ou de composts après addition de ferments bactéries nitriques.

Les ...**8**...qu'on appelle aussi engrais chimiques peuvent être fabriqués industriellement. Ils sont susceptibles d'apporter tous les éléments indispensables au développement optimum des différents types de plantes cultivables.

Complète-le avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : l'azote ; engrais minéraux ; nodosités ; engrais verts ; azote organique ; composts ; déjections ; terreaux.

SPÉCIMEN

1 Les terres cultivables sont de plus en plus rares dans le village de ton camarade de classe. Ton frère aîné déscolarisé après la classe de 4e, ne disposant plus de parcelle cultivable, décide d'utiliser la montagne qui se trouve dans la parcelle de votre défunt père pour sa rizière. Tu l'informes que cette parcelle n'est pas propice aux cultures. Ce dernier te contredit. Pour le convaincre de la véracité de tes propos, tu t'appuies sur le document ci-dessous.

Temps (an) / Rendement(Kg)	1	2	3	4	5	6
Parcelle X située sur le flanc d'une colline	300	330	250	200	150	100
Parcelle Y située au pied de la colline	250	230	300	400	450	500

Document : tableau montrant le rendement des parcelles X et Y en fonction des années

1- Trace la courbe d'évolution du rendement de chaque parcelle.
2- Fais une analyse comparée des courbes.
3- Explique l'évolution du rendement de chaque parcelle.
4- Propose la technique culturale que ton frère doit utiliser pour avoir un bon rendement.

2 La coopérative scolaire reçoit de la communauté villageoise une parcelle pour réaliser des cultures maraîchères pour leur cantine. Dans le but de choisir la partie de la parcelle propice à leurs cultures, ils invitent un agent de l'ANADER pour les aider à opérer le bon choix et à leur montrer les techniques culturales susceptibles d'améliorer le rendement de leurs cultures. Ce dernier s'appuie sur les figures ci-dessous distribuées à chaque membre présent pour les informer.

Figure 1

Figure 2

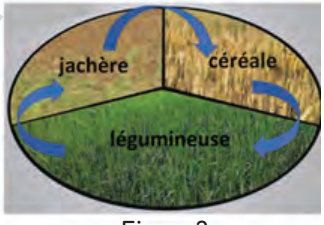


Figure3

Figure 4

Figure 5

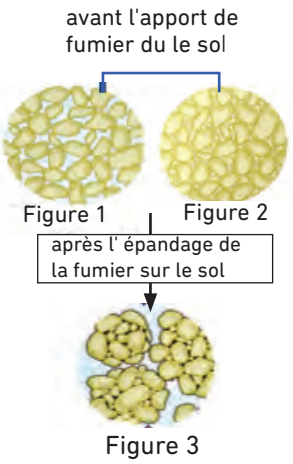
Un élève, en classe de 4e, membre de la coopérative, absent lors de l'entretien avec l'agent de l'ANADER, reçoit le document presentant ces figures.
Désireux de comprendre les informations véhiculées par les figures du document, il sollicite ton aide.

1- Identifie la technique culturale présentée par chaque figure.
2- Classe ces techniques culturales selon qu'elles protègent ou qu'elles améliorent la fertilité le sol.
3- Explique les techniques culturales représentées par les figures 2, 4 et 5.
4- Déduis l'intérêt de chaque technique culturale.

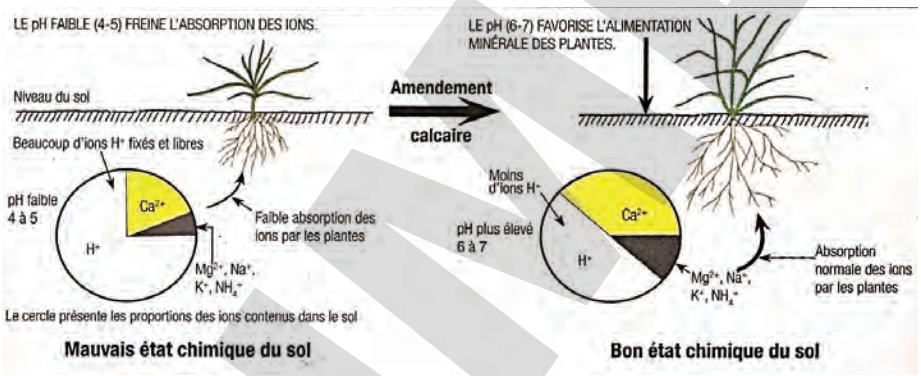
SPECIMEN

Un élève, en classe de seconde C, observe que deux fermiers qui, pour nourrir leurs poulets, cultivent du maïs. Le premier épand de la chaux vive sur sa parcelle dont la structure est représentée par la figure 1 du document 1 et le second en plus de l'épandage de la chaux vive, recouvre sa parcelle dont la structure est représentée par la figure 2 du document 1, de tiges de céréales. Les deux fermiers sèment les grains de maïs à la même date.

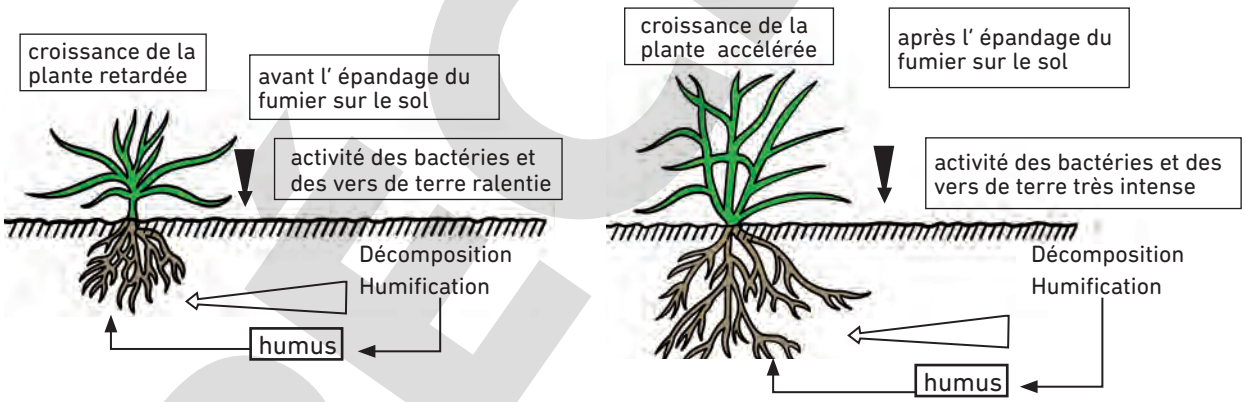
Il remarque plus tard que les plants de maïs des deux fermiers présentent des tiges robustes et de feuilles vertes. Les rendements des plants de maïs sur plusieurs années sont consignés dans le tableau du document 4 et les propriétés des sols sont représentées par le document 3.



Document 1 : propriétés physiques des sols



Document 2 : propriétés chimiques des sols



Document 3 : propriétés biologiques des sols

Temps (an)	1	2	3	3	4
Rendement avant l'apport de chaux vive (tonne/ha)	5	4	3	2	1
Rendement après l'apport de chaux vive et de paille	1,5	3	5	7	10

Document 4 : rendement des plantes cultivées.

1- Explique les modes d'action des amendements avec la chaux vive et la paille dans le sol.

2- Justifie l'évolution des rendements des plants de maïs des deux fermiers.

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de l'amélioration et de la protection des sols revêt une importance capitale pour les apprenants dont l'économie repose sur l'agriculture. En effet, elle permet de connaître les techniques agricoles capables d'augmenter le rendement des plantes cultivées, en vue d'accroître les revenus financiers des agriculteurs. Elle permet aussi d'utiliser les terres cultivables de manière rationnelle et de protéger les sols et l'environnement.

La production du compost

Le compost est le produit final après la décomposition des matériaux organiques (fumier, ordures ménagères, feuilles mortes, rameaux et autres organes de plantes, déchets, etc.) dans des conditions normales, pourvu qu'ils ne soient pas toxiques. Le processus de fabrication du compost est le compostage.

Pour fabriquer le **compost** en andain, il faut délimiter une aire de 2 m de long sur 1,5 m de large à l'abri du soleil et du vent, décaper de 20 cm cette aire, tapisser le fond et les parois avec une couche de termitière ou de déjections de bovins ou d'argile sur les terrains perméables pour éviter l'infiltration. De grosses perches en bois doivent être plantées au milieu de cette aire et une à chaque côté de l'aire délimitée puis la paille ou résidus de récolte coupés en petits morceaux pour favoriser une décomposition plus rapide. La mise en tas sur l'aire se fait de la manière suivante :

- mettre une première couche de 40 cm de paille puis arroser et tasser ;
- épandre comme microflore 1 à 2 kg de cendre végétale ou de terre de surface ou de déjections de bovins, de volailles ou de chauve-souris (2 à 3 cm) ;
- constituer de la même façon que la première couche, 4 autres couches successives de 20 cm d'épaisseur intercalées de minces couches de déjections de bovins, de volailles ou de chauve-souris, de la cendre végétale, de la terre de surface ou des déjections de bovins.
- enlever la perche centrale d'aération lorsque le tas atteint une hauteur du compost d'un (1) mètre ;
- arroser le tas au moins une fois par semaine s'il ne pleut pas avec 6 ou 7 seaux d'eau et retourner le tas après tout en ayant soin de ramener au milieu les parties en bordure ;
- veiller à ce que la première couche soit suffisamment damée ;
- couvrir de feuilles puis y déposer des objets lourds ;
- contrôler si le bas n'est pas suffisamment décomposé et le retourner une seconde fois au bout d'un mois. Ainsi, le compost est prêt à être utilisé au bout de 3 à 4 mois après la mise en tas.

Production du compost

Le compost

Un jardin potager

L'urine comme engrais

La cendre comme engrais

Les meilleurs engrais pour le potager

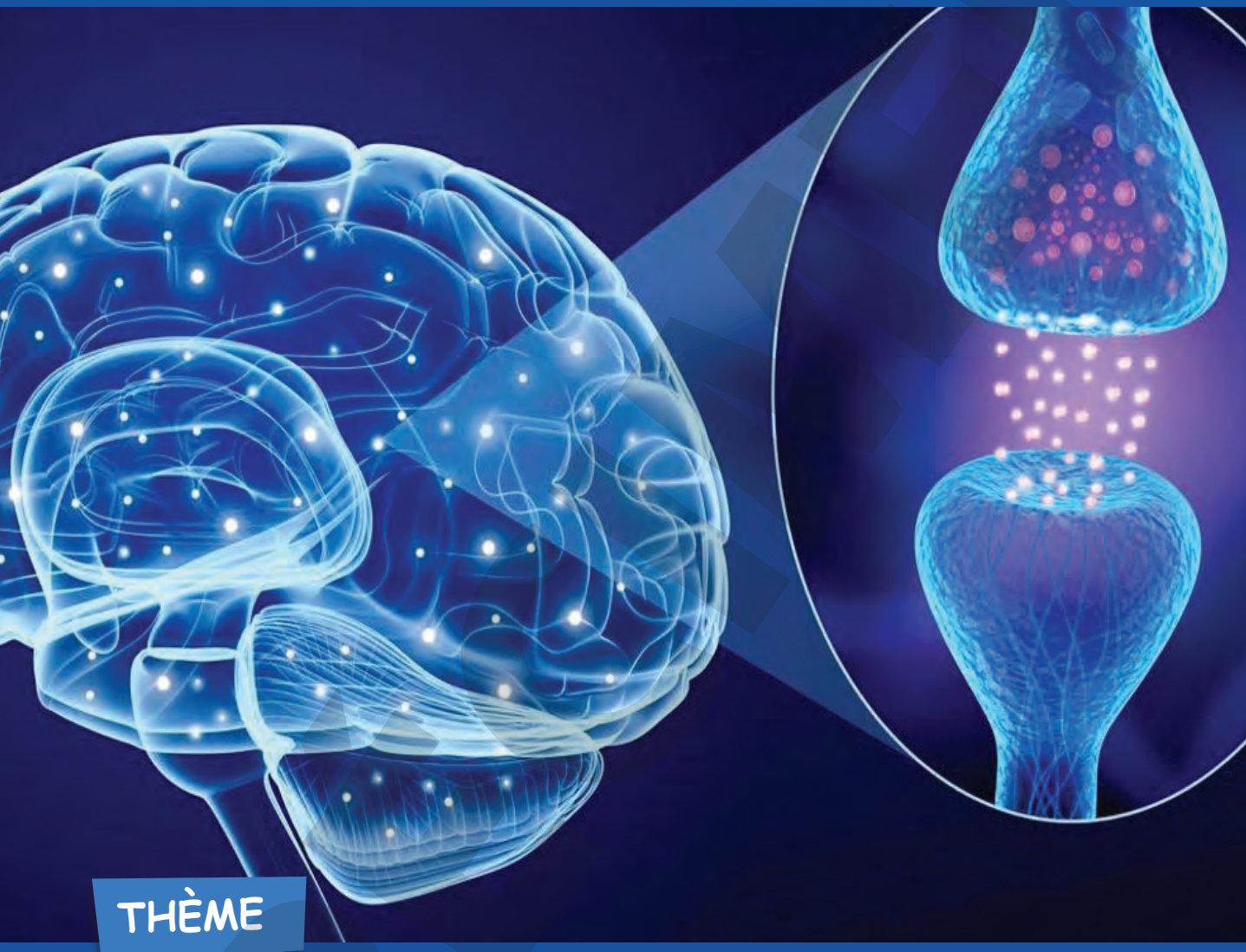
Les engrais chimiques sont utilisés dans le cadre d'une agriculture intensive afin d'augmenter la croissance et le rendement des cultures. Les meilleurs engrais pour le potager sont : la cendre utilisée pour la potasse dont sont particulièrement avides les plantes telles que les pommes de terre, les betteraves, ou encore la vigne.

L'urine est un engrais naturel azoté qui peut rivaliser avec le sang séché, engrais organique ou avec la corne broyée, tous deux particulièrement riches en azote, élément nutritif essentiel à la croissance des cultures.

SPECIMEN

COMPÉTENCE 2

TRAITER UNE SITUATION RELATIVE À LA COMMUNICATION



THÈME

LA COMMUNICATION DANS L'ORGANISME

- Leçon 1 : le réflexe conditionnel
- Leçon 2 : le fonctionnement du tissu nerveux
- Leçon 3 : le fonctionnement du muscle strié squelettique
- Leçon 4 : le fonctionnement du cœur

Leçon

1

LE RÉFLEXE CONDITIONNEL

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- identifier les conditions de la mise en place d'un réflexe acquis ou conditionnel ;
- expliquer la mise en place du réflexe acquis ou conditionnel ;
- schématiser le trajet de l'influx nerveux dans un réflexe acquis ;
- déduire la notion de réflexe acquis ou conditionnel.

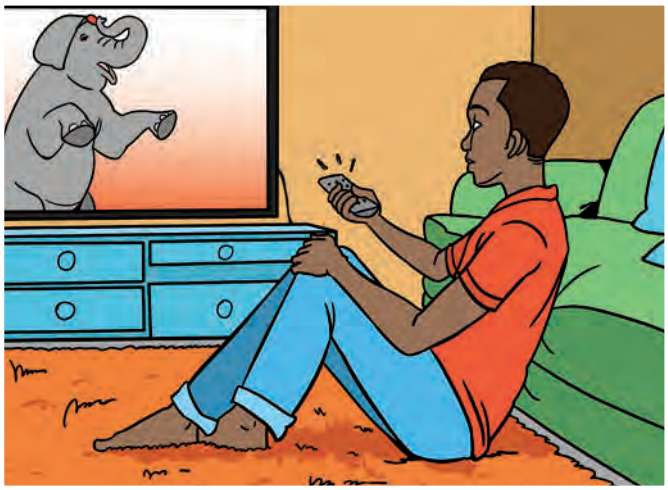
Tes prérequis

Le réflexe inné ou réflexe naturel dépend du patrimoine génétique de l'individu. Il se met en place sans condition préalable. Il est déclenché par un stimulus qualifié d'absolu. Le réflexe inné dans le cas des mouvements a pour centre nerveux la moelle épinière. Il est brusque, rapide, automatique et stéréotypé.

Situation d'apprentissage

Un élève de Terminale D regarde, à la télévision, les prestations des éléphants dans un cirque. Il remarque que les éléphants effectuent des mouvements synchronisés chaque fois que le dompteur qui tient un fouet à la main prononce un mot. Il informe ses camarades de classe du comportement des éléphants.

Désireux de comprendre le comportement des éléphants, ils décident ensemble de déterminer les conditions de la mise en place des réflexes acquis et d'expliquer leur mécanisme.



SPECIMEN

LA MISE EN PLACE DES RÉFLEXES CONDITIONNELS

LES CONDITIONS ET LE PROCESSUS DE MISE EN PLACE DU RÉFLEXE SALIVAIRE CHEZ LE CHIEN

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence du réflexe conditionnel salivaire.***
- ***Décris le dispositif et le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de mettre en évidence le réflexe conditionnel salivaire chez un chien, Pavlov réalise des expériences à l'aide du dispositif du document 1.

Un chien affamé, maintenu debout par des sangles, est enfermé dans une pièce close, à température et luminosité constantes, muni d'un système d'observation qui permet de présenter la viande au chien. La pièce contient un métronome utilisé pour émettre un son. Le chien porte une fistule salivaire munie d'une graduation qui permet à l'observateur de mesurer la quantité de salive sécrétée par celui-ci.

Pavlov fait entendre au chien le son du métronome sans lui présenter la viande. Il présente la viande au chien sans le son du métronome. Il fait entendre le son du métronome au chien puis lui présente la viande. Pendant plusieurs essais, la présentation de la viande au chien est précédée de l'émission du son du métronome. Pavlov fait entendre au chien le son du métronome seul.

Les résultats des expériences sont représentés par le document 2.

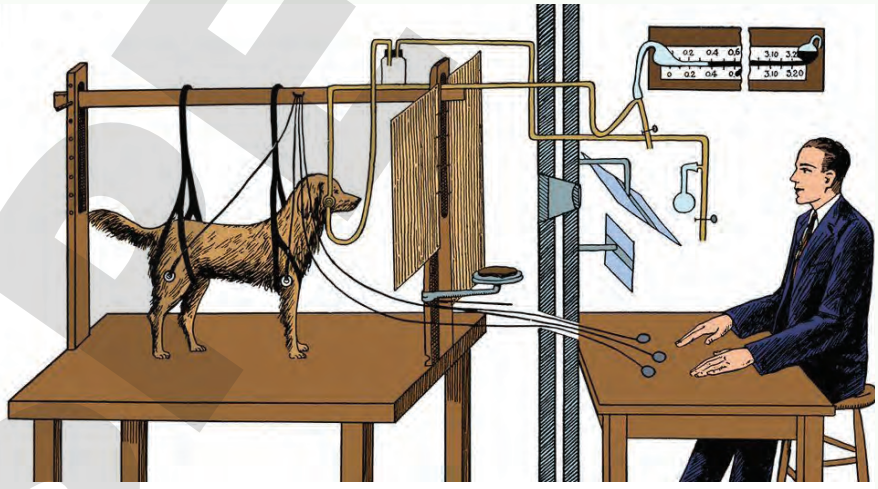
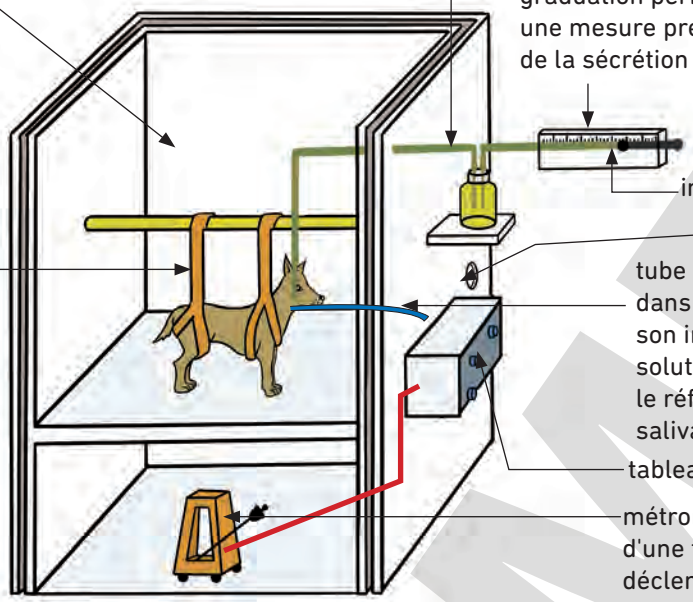
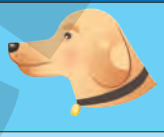


Figure 1 : dispositif de Pavlov

SPÉCIMEN



Document 1 : conditions de mise en place du réflexe salivaire chez le chien

Expériences	Résultats
son du métronome	 pas de salivation
viande	salivation
son du métronome + viande	salivation
son du métronome	salivation

Document 2 : mise en place du réflexe conditionnel salivaire

Activité 2

- ***Observe les documents 1 et 2.***
- ***Décris le dispositif de Pavlov.***
- ***Analyse les résultats de l'expérience du document 2.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

SPECIMEN

Le point de l'activité

Le chien ne salive pas lorsqu'il entend le son du métronome seul au début de l'expérience alors qu'il salive à la vue de la viande. Le chien salive au son du métronome chaque fois que celui-ci est associé à la viande. Après plusieurs essais, le chien salive lorsqu'il entend le son du métronome.

Le chien ne salive pas lorsqu'il entend le son du métronome, car le son est inefficace, c'est-à-dire, n'a aucune action sur les glandes salivaires : le son est donc un **stimulus neutre**.
La viande déclenche immédiatement la salivation chez le chien, car la viande constitue le **stimulus absolu ou inconditionnel**. La réaction de salivation que déclenche le stimulus absolu est le **réflexe inné** de salivation. Ce réflexe inné est dû à l'existence, dès la naissance des voies nerveuses entre les différentes structures impliquées dans la salivation.

Le son qui est au départ un stimulus neutre, associé plusieurs fois à la viande, au stimulus absolu, provoque la salivation : c'est la **phase d'apprentissage**.

Le son arrive progressivement à déclencher tout seul la salivation chez le chien car stimulus neutre au départ de l'expérience, il est devenu un **stimulus conditionnel**. La réaction de salivation déclenchée par le son seul est alors appelée **réflexe acquis** ou **réflexe conditionnel**.

Lors de la mise place du reflexe conditionnel, le stimulus neutre précède toujours le stimulus absolu. Si le réflexe conditionnel n'est pas entretenu, il disparaît : c'est **l'extinction** du réflexe conditionnel.

La mise en place des réflexes conditionnels se fait après un apprentissage qui permet d'établir une nouvelle liaison nerveuse entre deux aires encéphaliques.

Vérifie tes acquis

Les affirmations ci-dessous se rapportent aux réflexes conditionnels :

1- Le réflexe conditionnel s'acquiert sans apprentissage et est temporaire.
2- Le stimulus qui permet d'obtenir un réflexe acquis est qualifié de conditionnel.
3- Au cours de la phase d'apprentissage, le stimulus absolu précède le stimulus neutre.
4- Le réflexe acquis s'entretient sinon il disparaît.
5- Le stimulus qui permet d'obtenir un réflexe conditionnel est qualifié de stimulus absolu.
6- Pour mettre en évidence un réflexe acquis, il faut un animal isolé, éveillé en bonne ou mauvaise santé.
7- Le réflexe conditionnel se met en place dès la naissance.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

LE MÉCANISME DU RÉFLEXE CONDITIONNEL SALIVAIRE

LES ORGANES INTERVENANT DANS LES RÉFLEXES CONDITIONNELS ET LE TRAJET DE L'INFLUX NERVEUX DANS LE CAS DU RÉFLEXE CONDITIONNEL SALIVAIRE

SPÉCIMEN

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence des organes intervenant dans le réflexe conditionnel salivaire.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative au mécanisme du réflexe conditionnel salivaire.***
- ***Relève les résultats de l'expérience et de l'observation.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer les organes intervenant dans les réflexes conditionnels, les expériences ci-dessous sont réalisées sur un chien.

Pavlov fait entendre le son du métronome à un chien normal (encéphale, oreille interne et glandes salivaires intacts) conditionné au réflexe salivaire.

Il fait entendre le son du métronome au chien conditionné au réflexe salivaire dont le tympan (figure 5) ou le centre salivaire (figure 3) est détruit.

Après l'ablation de l'aire auditive ou l'aire gustative (figure 3) ou les glandes salivaires (figure 4) chez le chien conditionné au réflexe salivaire (figure 5), il fait entendre au chien le son du métronome.

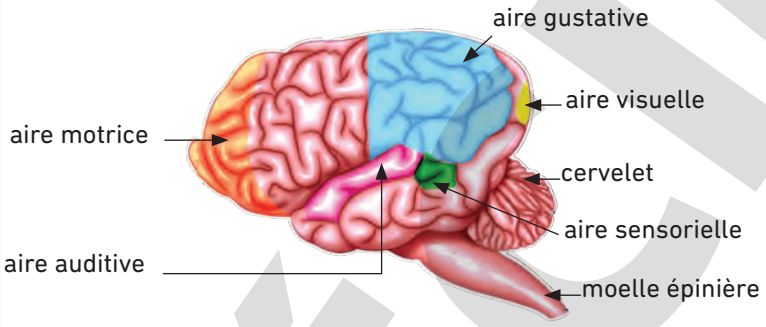


Figure 3 : les aires encéphaliques du chien

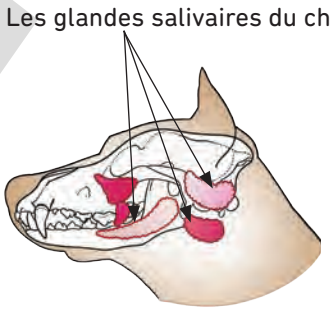


Figure 4 : les glandes salivaires

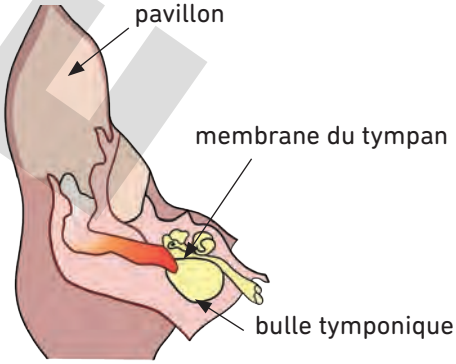


Figure 5 : l'oreille interne du chien

Document 3 : quelques structures intervenant dans le réflexe conditionnel salivaire

Les résultats des expériences et de l'observation sont représentés par le document 4 et 5.

SPÉCIMEN

Expériences	Résultats
Encéphale, oreille interne et glandes salivaires du chien conditionné intacts	Salivation
Destruction du tympan du chien conditionné + son du métronome	Pas de salivation
Ablation de l'aire auditive du chien conditionné + son du métronome	Pas de salivation
Ablation de l'aire gustative du chien conditionné + son du métronome	Pas de salivation
Destruction du centre salivaire du chien conditionné + son du métronome	Pas de salivation
Ablation de l'aire gustative du chien conditionné + son du métronome	Pas de salivation
Ablation de l'encéphale du chien conditionné + son du métronome	Pas de salivation

Document 4 : mise en évidence des structures intervenant dans le réflexe conditionnel salivaire

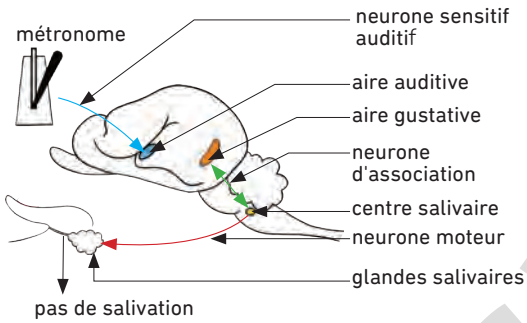


Figure 6 : trajet de l'influx nerveux dans le cas du métronome seul

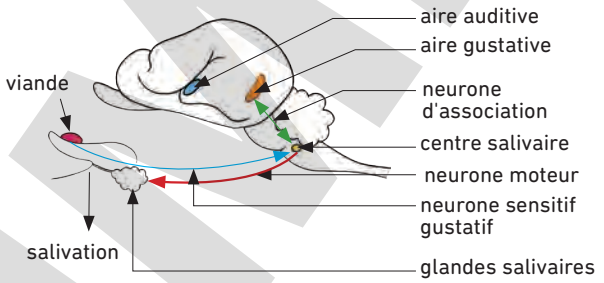


Figure 7 : trajet de l'influx nerveux dans le réflexe inné salivaire

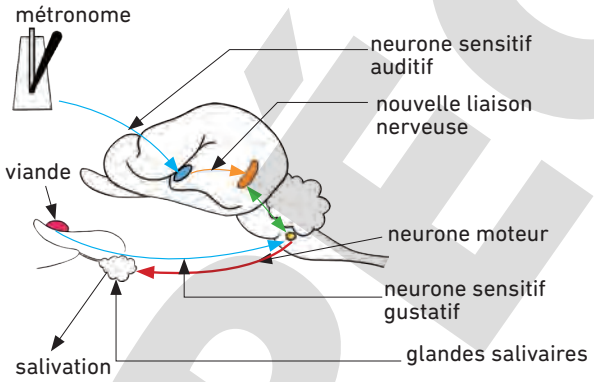


Figure 8 : mise en place du réflexe conditionnel

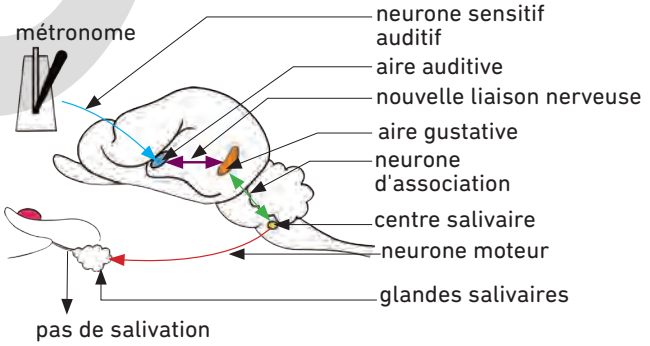


Figure 9 : trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe conditionnel de salivation

Document 5 : mécanisme du réflexe conditionnel salivaire

SPÉCIMEN

Activité 2

- ***Observe les documents 3 ; 4 et 5.***
- ***Analyse les résultats de l'expérience du document 4.***
- ***Interprète-les.***
- ***Décris le trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe conditionnel salivaire.***
- ***Explique le mécanisme du réflexe conditionnel salivaire.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Lorsque l'encéphale, l'oreille interne et les glandes salivaires, sont intacts chez le chien conditionné au réflexe salivaire, le réflexe conditionnel salivaire se réalise chaque fois que le chien entend le son du métronome. Par contre, la destruction du tympan, ou du centre salivaire, ou l'ablation de l'encéphale, de l'aire auditive, de l'aire gustative ou des glandes salivaires entraine la disparition du réflexe conditionnel.

L'encéphale, l'oreille interne, les aires auditive et gustative, le centre salivaire et les glandes salivaires interviennent dans la réalisation du réflexe conditionnel de salivation.

Les organes intervenant dans le réflexe conditionnel salivaire sont : **le tympan** (récepteur sensoriel), **l'encéphale** (centre nerveux), **les neurones sensitifs**, **les neurones d'association** et les **neurones moteurs** (conducteurs), les glandes salivaires (effecteurs).

Les schémas du document 5 permettent d'expliquer le mécanisme du réflexe conditionnel salivaire.

Le son du métronome seul (figure 6) ne provoque pas la salivation chez le chien, car l'influx nerveux né au niveau des fibres auditives n'est pas transmis aux glandes salivaires.

La viande au contact de la langue (figure 7), engendre la naissance d'un influx nerveux sensitif qui est conduit par le neurone sensitif au centre salivaire situé dans le bulbe rachidien et à l'aire corticale gustative par le neurone d'association. Transformé en influx moteur, il est transmis par le neurone moteur aux glandes salivaires qui sécrètent la salive. Cette phase correspond au trajet de l'influx nerveux dans le réflexe inné de salivation.

L'association des deux stimuli (son du métronome et viande), plusieurs fois (figure 8), crée une nouvelle liaison nerveuse entre l'aire auditive et l'aire gustative : c'est la **phase d'apprentissage** (figure 8). Du fait de l'établissement d'une nouvelle liaison nerveuse entre l'aire auditive et l'aire gustative, le son du métronome seul (figure 9) donne naissance à un influx nerveux sensitif dans les terminaisons nerveuses du tympan. Cet influx nerveux est transmis à l'aire auditive par le neurone sensitif puis à l'aire gustative grâce à la nouvelle liaison nerveuse. Il est ensuite transmis au centre salivaire par le neurone d'association. Celui-ci stimule les glandes salivaires qui produisent la salive grâce au neurone moteur.

Le son est devenu un stimulus conditionnel et le réflexe établi est un **réflexe conditionnel** ou **réflexe acquis** après un apprentissage.

SPECIMEN

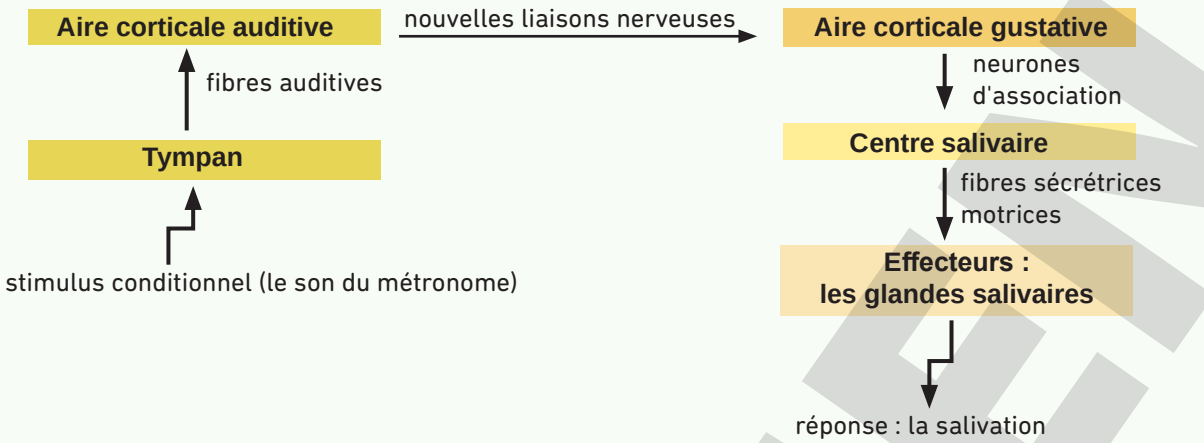
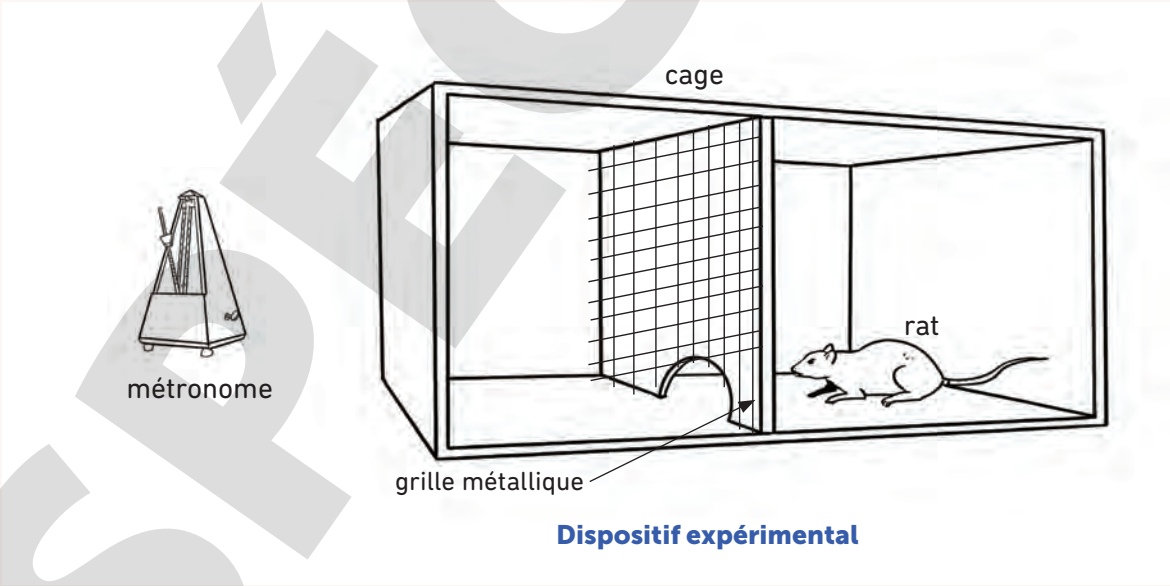


Schéma simplifié du trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe conditionnel de salivation

Utilise tes acquis

Un professeur, qui met en application les méthodes d'enseignement de l'Approche Par les Compétences (APC), administre à ses élèves, à la fin de la leçon sur les réflexes conditionnels, une activité d'intégration. L'exercice de cette activité d'intégration est présenté ci-dessous.

Un rat est placé dans une cage composée de deux compartiments A et B séparés par une cloison munie d'une ouverture qui permet à celui-ci de passer d'un compartiment à l'autre. Le plancher de la cage est tapissé d'une grille métallique électrique qui permet d'envoyer une faible décharge comme l'indique le dispositif expérimental. Les expériences et leurs résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.



Dispositif expérimental

SPÉCIMEN

Expériences	Résultats
1- Le rat est placé dans la cage B. On envoie le son aigu du métronome.	Le rat reste sur place. Il ne fuit pas.
2- Le rat est placé dans la cage B. On envoie la décharge électrique.	Le rat fuit en passant dans la cage A.
3- Le rat est placé dans la cage B. on envoie le son aigu du métronome puis on envoie la décharge électrique. On réalise 10 essais.	Le rat fuit en passant de la cage où il se trouve à l'autre cage.
4- Le rat est placé dans la cage B. On envoie le son aigu du métronome. On réalise 5 essais.	Le rat fuit en passant de la cage où il se trouve à l'autre cage.
5- Deux jours plus tard, le rat est placé dans la cage B. on envoie le son aigu du métronome.	Le rat reste sur place. Il ne fuit pas.

Éprouvant des difficultés à exploiter ces résultats, ton voisin de classe sollicite ton aide.

1- Indique la nature des stimuli utilisés dans ces expériences.

2- Explique la réaction du rat dans l'expérience 4.

3- Justifie les résultats des expériences 1 ; 2 et 3.

4- Déduis les caractéristiques du mouvement mis en place dans ces expériences.

Retiens l'essentiel

Les réflexes acquis sont des réactions rapides et involontaires mis en place après un apprentissage suite à la création de nouvelles liaisons nerveuses. Ils font intervenir un stimulus absolu et un stimulus neutre qui devient un stimulus conditionnel.

Lorsqu'un organe de sens (récepteur) est stimulé, l'influx nerveux sensitif est conduit à l'encéphale par les fibres nerveuses sensitives des nerfs (conducteur). Lorsqu'on associe plusieurs fois le stimulus inconditionnel au stimulus absolu, une nouvelle liaison se crée entre le centre nerveux stimulé et le centre nerveux qui déclenche le réflexe acquis attendu (exemple : nouvelle liaison entre l'aire auditive et le centre salivaire pour le réflexe de salivation...). Une fois la nouvelle liaison établie, le stimulus conditionnel seul déclenche le réflexe acquis.

Les réflexes acquis sont temporaires. Une fois établis, ces réflexes doivent être entretenus ou renforcés pour éviter leur extinction.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives au réflexe conditionnel.

1- Le centre nerveux du réflexe conditionnel de salivation est la moelle épinière.

2- Le réflexe acquis une fois installé demeure.

3- Le réflexe de salivation acquis suite à l'audition d'un son est dû au fonctionnement de la nouvelle liaison nerveuse entre l'aire corticale auditive et l'aire corticale motrice.

4- Les réflexes conditionnels sont des réactions brusques et volontaires.

5- Les réflexes conditionnels s'acquièrent par apprentissage.

6- Pour mettre en place le réflexe acquis, le stimulus absolu doit toujours précéder le stimulus neutre.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 En réponse à la consigne suivante : « énumère les conditions de mise en place des réflexes conditionnels », des élèves font les propositions ci-dessous.

La mise en place des réflexes conditionnels nécessite de / d':

A- utiliser un animal éveillé ;
B- isoler l'animal pour éviter de le distraire ;
C- utiliser un animal éveillé ;
D- éviter d'isoler l'animal ;
E- faire intervenir uniquement le stimulus neutre ;
F- utiliser un stimulus précis ;
G- faire intervenir le stimulus absolu avant le stimulus neutre.

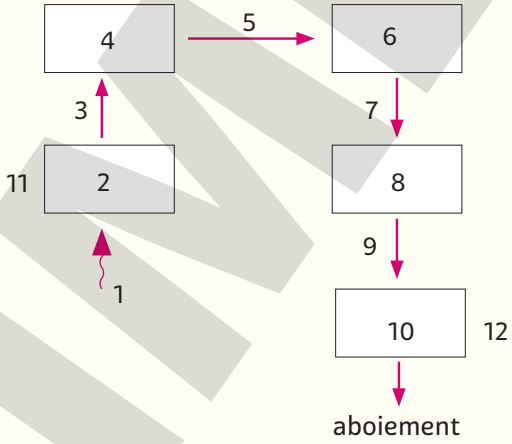
Relève les lettres des propositions justes.

3 Le schéma ci-dessous ainsi que les mots et les groupes de mots suivants se rapportent au trajet du message nerveux dans un réflexe acquis chez les chiens renifleurs.

a- récepteur ;

b- centre nerveux (système limbique) ;

c- neurone d'association ;
d- odeur du cannabis ;
e- effecteur ;
f- récepteurs olfactifs ;
g- fibres nerveuses motrices ;
h- aire olfactive ;
i- muscles du larynx ;
j- fibres nerveuses sensitives ;
k- aire de différenciation des odeurs ;
l- nouvelle liaison nerveuse.



Annote le schéma, en utilisant les chiffres et les lettres.

4 Les groupes de mots suivants donnés dans le désordre se rapportent aux structures qui interviennent dans le réflexe conditionnel de saut chez les tigres : 1- saut effectué par l'animal ; 2- aire motrice ; 3- fibres motrices ; 4- oreille interne ; 5- prononciation d'un mot ; 6- fibres sensitives ; 7- aire auditive ; 8- moelle épinière ; 9- nouvelle liaison nerveuse.

Range-les dans l'ordre logique du trajet du message nerveux dans ce réflexe conditionnel, en utilisant les chiffres.

5 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif aux réflexes acquis de salivation.

Les réflexes conditionnels établis après un apprentissage sont temporaires, contrairement aux ….**1**….. permanents qui existent dès la naissance. Une fois établis, ces réflexes

SPECIMEN

doivent être renforcés en associant de temps en temps le ...2... au stimulus conditionnel. Les réflexes acquis sont des réactions rapides et involontaires faisant appel à l'encéphale et à la création de nouvelles ...3.... entre deux aires encéphaliques.

Lorsque le réflexe conditionnel est installé, le...4... parvient à faire saliver le chien. Cela s'explique par le fait que ce stimulus excite les terminaisons nerveuses de l'oreille interne et l'influx nerveux sensitif qui naît est transmis à ...5... par les fibres sensitives, puis à ...6... via la nouvelle liaison nerveuse. L'influx arrive ensuite au bulbe rachidien qui le transforme en ...7... puis il est transmis aux...8... par les fibres nerveuses motrices. Enfin, l'effecteur réagit en sécrétant la...9...

Complète le texte par les mots et les groupes de mots qui conviennent en utilisant les chiffres : glandes salivaires ; salive ; stimulus absolu ; l'aire gustative ; stimulus conditionnel ; influx nerveux moteur ; l'aire auditive ; liaisons nerveuses.

6 Le tableau ci-dessous présente différentes phases d'une expérience de conditionnement et les réactions de l'animal.

Phases de l'expérience	Réactions de l'animal
1-	a-L'animal réagit à toutes les répétitions de l'association du stimulus neutre au stimulus absolu
2-Extinction du réflexe	b-
3-	c- Acquisition du réflexe conditionnel
4-Début de l'expérience	d-

Complète le tableau par les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres et les lettres : l'animal ne réagit plus au stimulus neutre devenu conditionnel ; l'animal est indifférent au stimulus neutre ; phase d'apprentissage ; l'animal réagit chaque fois au stimulus conditionnel.

7 Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'expérience de mise en place du réflexe de flexion de la patte d'un animal.

Essais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Application de la lumière	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Application du courant électrique		■	■	■	■	■	■	■							
Flexion de la patte		◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘		

* Lumière ■courant électrique ◘ flexion de la patte

Les séries de propositions ci-après sont en rapport avec les résultats de l'expérience.

SPÉCIMEN

1- Au premier essai, la lumière est :

a- un stimulus neutre ;
b- un stimulus absolu ;
c- un stimulus conditionnel.

2- Le courant électrique est :

a- un stimulus neutre ;
b- un stimulus absolu ;
c- un stimulus conditionnel.

3- Du 9e au 13e essai, la lumière est qualifiée de ;

a- stimulus conditionnel ;
b- stimulus neutre ;
c- stimulus absolu.

4- Du 9e au 13e essai, la flexion de la patte est qualifiée de :

a- réflexe inné ;
b- réflexe acquis ;
c- réflexe d'investigation.

5- La réaction de l'animal du 9e au 13e essai s'explique par le fonctionnement de la nouvelle liaison nerveuse entre :

a- l'aire auditive et l'aire motrice ;
b- l'aire visuelle et l'aire motrice ;
c- l'aire olfactive et l'aire motrice.

6- L'extinction du réflexe à partir du 14e essai signifie que :

a- la nouvelle liaison nerveuse n'est plus fonctionnelle ;
b- la nouvelle liaison nerveuse est toujours fonctionnelle ;
c- la liaison nerveuse entre le centre nerveux réflexe et l'aire corticale motrice n'est plus fonctionnelle.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte au réflexe acquis.

Les réflexes qu'ils soient...**1**...ou...**2**... (le résultat d'un apprentissage) sont des réactions involontaires, automatiques, répondant à un...**3**... Un acte réflexe fait intervenir un...**4**... sensoriel, un centre nerveux, un...**5**... et des voies nerveuses qui établissent la liaison entre ces différents organes. Cette liaison, ...**6**... dans le réflexe inné, est plutôt...**7**... dans le réflexe conditionnel. Le réflexe conditionnel nécessite la création d'une nouvelle...**8**... entre deux aires corticales sollicitées. Il s'atténue et disparaît s'il n'est pas entretenu. Les réflexes conditionnels au cours de l'existence d'un individu jouent également un rôle considérable. Ils permettent...**9**... au milieu et libèrent le ...**10**...de certaines tâches.

Complète le texte avec les mots et le groupe de mots suivants, en utilisant les chiffres : permanente ; liaison nerveuse fonctionnelle; temporaire ; cerveau ; innés ; effecteur ; récepteur ; l'adaptation ; conditionnels ; stimulus.

SPECIMEN

1 À la fin de la leçon sur le réflexe acquis, le professeur de ton petit frère en classe de 1re A veut se rassurer de la maitrise des habiletés installées par les élèves. À cet effet, il leur administre l'exercice ci-dessous.

On mesure en unités arbitraires (UA) la force de concentration cumulée des muscles fléchisseurs des pattes qui permettent le réflexe de saut déjà installé chez le singe qui s'écoule après la présentation des deux stimuli. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Temps (jours)		1	2	3	4	5	6	7	8
Force de concentration cumulée de muscles fléchisseurs en UA lorsqu'on émet	Lumière blanche	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lumière bleue	20	15	10	5	3	2	1	0
	Son de 3 KHz	0	0	0	0	0	0	0	0
	Son de 8 KHz	20	15	10	5	3	2	1	0

Tableau des résultats des expériences

Éprouvant des difficultés à résoudre l'exercice, ton petit frère sollicite ton aide.

1 - Relève les stimuli utilisés.
2 - Analyse les données du tableau.
3 - Explique les données du tableau.
4 - Déduis les caractéristiques du réflexes acquis mis en évidence.

2 En visite chez sa tante, ton voisin de classe est agréablement surpris de voir que ses chiens obéissent à ses ordres. N'ayant pas suivi le cours sur les réflexes conditionnels, il veut comprendre la réaction des chiens de sa tante. Pour ce faire, il sollicite ton aide. Tu t'appuies alors sur les expériences et leurs résultats consignés dans le tableau ci-dessous.

On réalise sur un chien maintenu debout dans une pièce close à température constante présentant une ouverture à travers laquelle on lui donne de la viande et on allume aussi la lumière blanche. Ces expériences réalisées et leurs résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Présentation du stimulus	Numéro des essais	Gouttes de salive recueillie	Numéro des essais	Gouttes de salive recueillie
Lumière blanche	1	0	5	15
Viande	2	0	5	15
Lumière blanche puis viande	3	0	7	15
Lumière blanche	4	15	8	15
Lumière blanche	9	15	13	15
Viande	10	15	14	13
Lumière blanche puis viande	11	15	15	11
Lumière blanche	12	15	16	9

1 - Analyse les résultats des expériences.
2 - Interprète-les.
3 - Justifie le comportement des chiens de la tante de ton voisin.
4 - Déduis les caractéristiques du comportement de ces chiens.

SPECIMEN

Un élève de 3e regarde à la télévision, des dauphins dans une piscine. Il remarque que les dauphins se rassemblent au bord de la piscine chaque fois que le dompteur qui tient un panier contenant des poissons prononce un mot (document 1 figure 1).

Curieux, il veut comprendre le comportement des dauphins. Il sollicite ton aide. Tu t'appuies sur les expériences réalisées par un chercheur, à l'aide du dispositif (document 1 figure 2) chez le chien. Les résultats des expériences sont représentés par le document 2. Le document 3 présente les organes intervenant dans la réaction du schéma.

Figure 1: des dauphins conditionnés

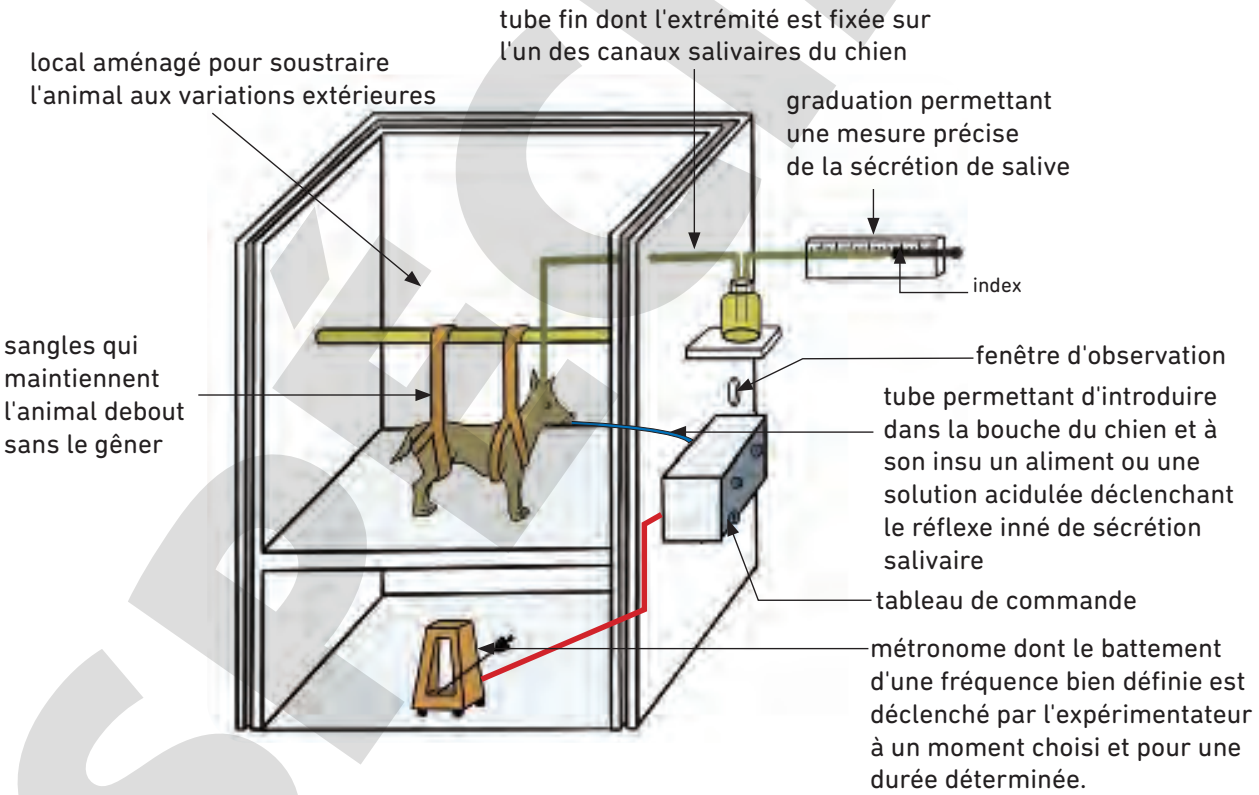


Figure 2 : dispositif expérimental de Pavlov

Document 1 : conditions de mise en place du réflexe conditionnel

SPECIMEN

Essais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Application de la lumière	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Application du courant électrique		■	■	■	■	■	■	■							
Flexion de la patte		◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘	◘		

Document 2 : résultat de l'expérience de mise en place du réflexe conditionnel

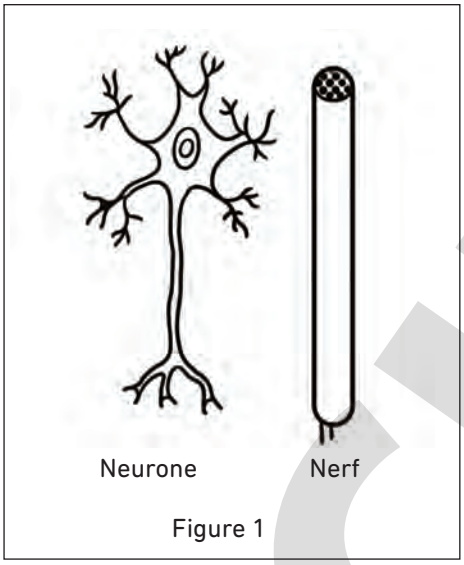


Figure 1

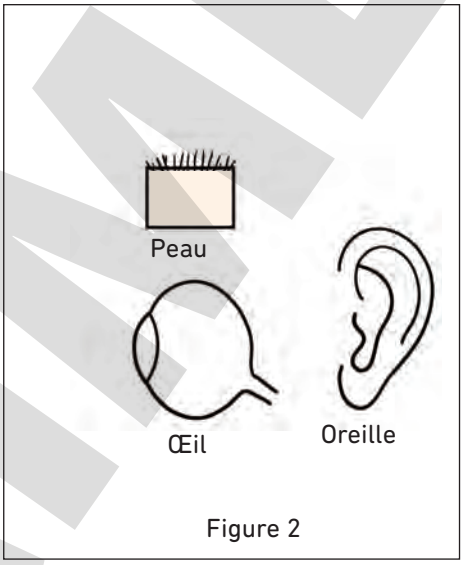


Figure 2

Figure 3

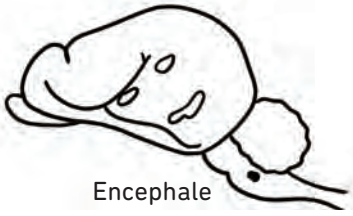


Figure 4

Document 3 : organes intervenant dans la mise en place du réflexe conditionnel

1- Explique les résultats des expériences, en te servant des documents appropriés.

2- Réalise le schéma de l'influx nerveux dans le cas de ce mouvement réflexe.

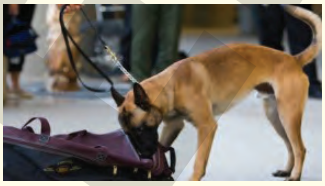
SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude des réflexes conditionnels permet de connaitre les conditions de leur mise en place, les organes qui interviennent dans ces différents réflexes acquis et le trajet de l'influx nerveux dans ceux-ci. Il permet également de tirer profit de certains réflexes acquis tels que la conduite d'engins, l'écriture à la machine, la détection de substances prohibées par les chiens dressés.

Les chiens renifleurs

Après un entraînement approprié, ces chiens renifleurs ou chiens de détection peuvent, en effet localiser rapidement et précisément des odeurs de natures très diverses, d'origine biologique (odeurs humaines, animales ou végétales) ou non (produits chimiques ou technologiques). Ils sont notamment capables d'apporter des aides tout à fait efficaces dans le repérage d'explosifs, de mines, d'accélérateurs d'incendie, de produits médicamenteux ou d'autres produits industriels, de monnaie, d'armes à feu, voire même de produits technologiques (ex. téléphones portables). Ils peuvent également être d'excellents auxiliaires des services des douanes pour inspecter bagages, fret et colis afin de détecter les végétaux, les animaux et les produits agricoles interdits pouvant transporter des parasites végétaux ou des maladies animales exotiques.



Un chien renifleur à la recherche de la drogue

Les animaux des cirques

Issue d'un changement profond dans la relation homme-animal, elle est « un mélange d'affection réciproque, de jeux et de complicité. Il s'agit là d'une grande avancée, qui se fait en parallèle avec le développement de la médiation animale thérapeutique ». Pour dresser les éléphants, l'homme utilise toujours un fouet pour les fauves ou l'ankus qui est un outil terminé par un crochet en acier pointu pour infliger des douleurs aux pachydermes. Les dresseurs l'ont toujours à la main et s'en servent pour appliquer des pressions sur le corps de l'animal, ciblant des zones sensibles de l'épiderme, derrière et à l'intérieur des oreilles, dans et autour de l'anus.

Des prestations d'éléphants dans un cirque

La dactylographie

Le métier de dactylographie consiste à copier un texte avec une machine à écrire. Une bonne dextérité sur un poste de travail ergonomique amoindrit la fatigue et l'usure : elle épargne les yeux et les cervicales si on regarde constamment ce qui se passe à l'écran ou sur la feuille. Elle permet d'éviter certains troubles musculaires au niveau des mains, que de mauvaises habitudes de frappe pourraient engendrer, en répartissant par exemple équitablement la charge de chaque doigt sur l'ensemble des touches du clavier.

Une dactylographe

SPÉCIMEN

Leçon

2

LE FONCTIONNEMENT DU TISSU NERVEUX

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- annoter la coupe transversale du nerf, le schéma du neurone et l'ultrastructure des synapses neuro-neuroniques et neuro-musculaire ;
- déterminer la nature du message nerveux et les propriétés des structures nerveuses ;
- expliquer le fonctionnement d'une synapse ;
- réaliser le schéma explicatif de la transmission synaptique ;
- déduire les notions de potentiel de membrane, potentiel d'action, synapse, synapse excitatrice et synapse inhibitrice.

Tes prérequis

Dans l'organisme, le message nerveux ou influx nerveux qui naît au niveau des récepteurs sensoriels à la suite d'une excitation, est conduit jusqu'au centre nerveux par les fibres nerveuses sensitives. Le centre nerveux transforme cet influx sensitif en influx moteur qui est véhiculé par les fibres nerveuses motrices jusqu'à l'organe effecteur.

Situation d'apprentissage

Ton camarade de classe et toi regardez à la télévision une émission sur la campagne de vaccination contre la poliomyélite. Le médecin invité à cette émission affirme que les nerfs communiquent avec les muscles des membres et que la destruction des nerfs des membres inférieurs par le poliovirus entraine la paralysie.

Désireux de comprendre le fonctionnement du nerf, vous rapportez les propos du médecin à vos camarades de classe.

Ensemble, vous décidez d'identifier le dispositif qui permet de visualiser le message nerveux, de décrire la structure du nerf, de déterminer les propriétés du nerf et d'expliquer le mécanisme de la transmission du message nerveux.

SPECIMEN

LES STRUCTURES ANATOMIQUES DU TISSU NERVEUX

LA STRUCTURE DU NERF ET DE LA FIBRE NERVEUSE

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à la structure du nerf et du neurone.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

En vue de connaître la structure du nerf et des neurones, un nerf coupé transversalement et une fibre nerveuse isolée après une d'un nerf, ayant séjourné dans du formol à 10% sont observés respectivement au microscope photonique et au microscope électronique.
Les résultats des observations sont représentés par les schémas des documents 1 ; 2 et 3.

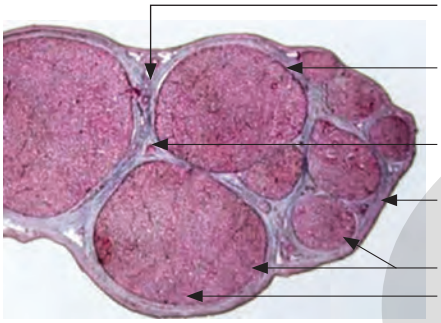


Figure 1 : microphotographie de la coupe transversale d'un nerf

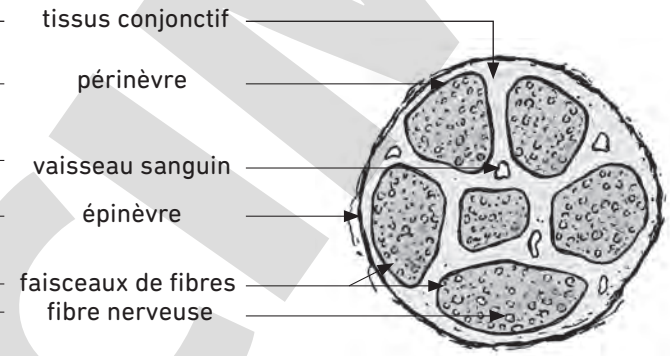


Figure 2 : schéma de la coupe transversale d'un nerf

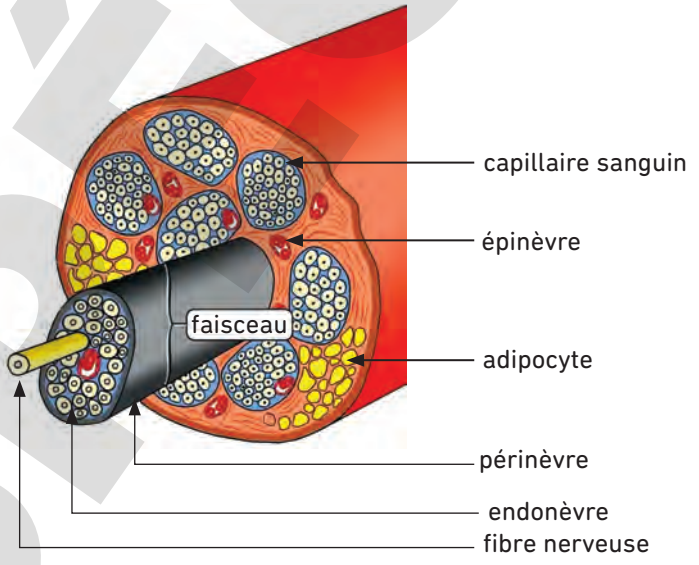
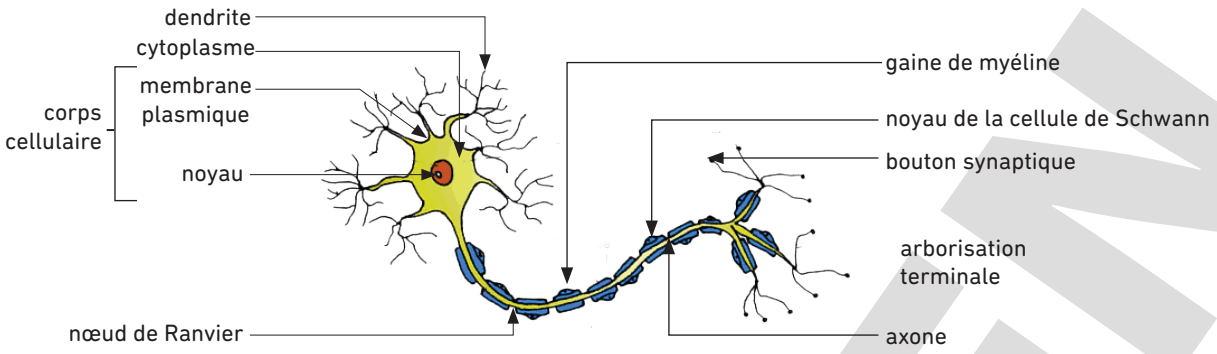


Figure 3 : représentation en 3D de la coupe transversale d'un nerf

Document 1 : structure du nerf

SPÉCIMEN



Document 2 : ultrastructure du neurone

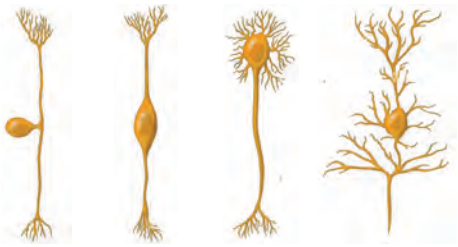


Figure 1 **Figure 2** **Figure 3** **Figure 4**

Figure 5 : formation de la gaine de myéline

Document 3 : différents types de neurones

Activité 2

- ***Observe les figures des documents 1 ; 2 et 3.***
- ***Identifie les différents types de neurones.***
- ***Décris les schémas des documents 1 ; 2 et 3.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Coupé transversalement, le nerf présente au microscope des faisceaux de **fibres nerveuses** noyées dans un tissu conjonctif abondamment vascularisé. La dilacération d'un nerf, ayant séjourné dans du formol à 10% dissocie le nerf en plusieurs filaments de 1µm de diamètre appelés fibres nerveuses.

Chaque **neurone** (ou cellule nerveuse) est formé d'un corps **cellulaire** appelé **soma** ou péricaryon portant des prolongements courts appelés **dendrites** et un prolongement long appelé **cylindraxe** ou **axone** ou fibre nerveuse qui se ramifie à son extrémité pour former l'**arborisation terminale** (document 2).

Chez certains neurones, l'axone est entouré d'une gaine de myéline produite par la gaine de Schwann externe. Les deux gaines s'interrompent par endroits pour former les étranglements ou nœuds de Ranvier : ce sont les **fibres myélinisées** (document 2). D'autres sont dépourvues de gaine de myéline : ce sont les **fibres amyéliniques.**

Il existe plusieurs types de neurones (document 3). Il s'agit des **neurones unipolaires** (ou en T) de la racine dorsale du nerf rachidien (figure 1), des neurones bipolaires (figure 2) de la rétine de l'œil, des neurones multipolaires de la substance grise de la moelle épinière (figure 3) et des neurones pyramidaux du cerveau (figure 4).

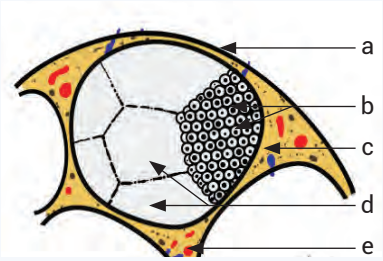
Le nerf est constitué de plusieurs fibres nerveuses regroupées en faisceaux.

Le fonctionnement du nerf se fait grâce à sa structure particulière.

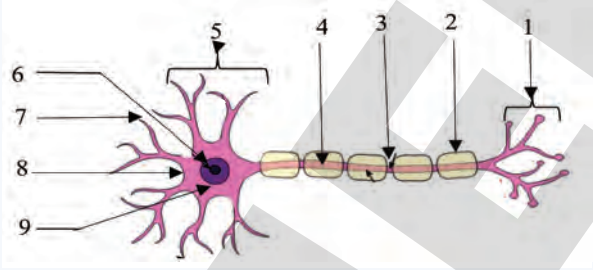
SPECIMEN

Vérifie tes acquis

Les schémas des documents 1 et 2 ci-dessous, les mots et groupes de mots suivants se rapportent à la structure du nerf et à l'ultrastructure du neurone : vaisseau sanguin ; dendrite ; membrane plasmique ; mitochondrie ; périnèvre ; cytoplasme ; péricaryon ; noyau ; gaine conjonctive ; gaine de Schwann ; faisceaux de fibres nerveuses ; gaine de myéline ; nœud de Ranvier ; endonèvre ; fibres nerveuses ; appareil de Golgi ; arborisation terminale ; cylindraxe.



Document 1



Document 2

Associe chaque lettre ou chiffre des schémas au mot ou groupe de mots qui convient.

LA PERCEPTION DU FONCTIONNEMENT DU NERF

LE DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT DES RÉPONSES DU NERF À UNE EXCITATION ET LES TECHNIQUES D'ENREGISTREMENT DU POTENTIEL DE MEMBRANE ET DES POTENTIELS D'ACTION

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la réponse du nerf à une excitation.***
- ***Décris le dispositif d'enregistrement du message nerveux.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Explique le principe de fonctionnement de l'oscilloscope cathodique.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de détecter le fonctionnement du nerf, des expériences sont réalisées sur un nerf et sur une fibre nerveuse à l'aide d'un dispositif approprié.

Les réponses du nerf ou de la fibre nerveuse à une seule excitation efficace sont enregistrées à l'aide d'un dispositif (document 4) constitué d'un module de stimulation (ou stimulateur électrique) qui permet de porter au nerf ou à la fibre nerveuse isolée des stimulations de durée, d'intensité et de fréquence réglables grâce aux électrodes excitatrices, d'une cuve à nerf munie d'électrodes excitatrices (S_1, S_2) et d'électrodes réceptrices (R_1, R_2) sur lesquelles est déposé le nerf ou l'axone ; d'un amplificateur qui amplifie la réponse de la structure nerveuse et d'un oscilloscope cathodique qui permet de visualiser le message nerveux (figures 6).

SPÉCIMEN

L'oscillographe ou l'oscilloscope cathodique (figure 7) est composé d'un canon à électrons, de plaques métalliques verticales et horizontales et d'un écran fluorescent. Les électrodes réceptrices transmettent le message nerveux à l'oscilloscope par l'intermédiaire de l'amplificateur. Suite à une excitation efficace de la structure nerveuse, il naît un message nerveux visualisé à l'écran de l'oscilloscope sous la forme d'une courbe.

La cathode du canon à électrons chauffée émet un faisceau d'électrons qui crée un spot lumineux sur l'écran fluorescent de l'oscilloscope. Ce spot est dévié dans le sens vertical suivant l'axe y'oy (axe des amplitudes) lorsque le faisceau d'électrons se trouve entre les deux plaques métalliques horizontales et dévié dans le sens horizontal suivant l'axe x'ox (axe des temps) lorsque le faisceau d'électrons se trouve entre les deux plaques métalliques verticales.

Un axone de calmar est posé sur des électrodes excitatrices et réceptrices (R_1R_2) dans une cuve à nerf contenant un liquide physiologique. L'une des électrodes réceptrices (R_2) est enfoncée dans l'axoplasme de la fibre nerveuse vivante et l'autre (R_1) est maintenue en surface (figure 8), d'une part, d'autre part, les deux électrodes réceptrices sont placées sur la membrane de la fibre nerveuse (figure 10).

Figure 5 : dispositif d'enregistrement de la réponse du nerf

SPÉCIMEN

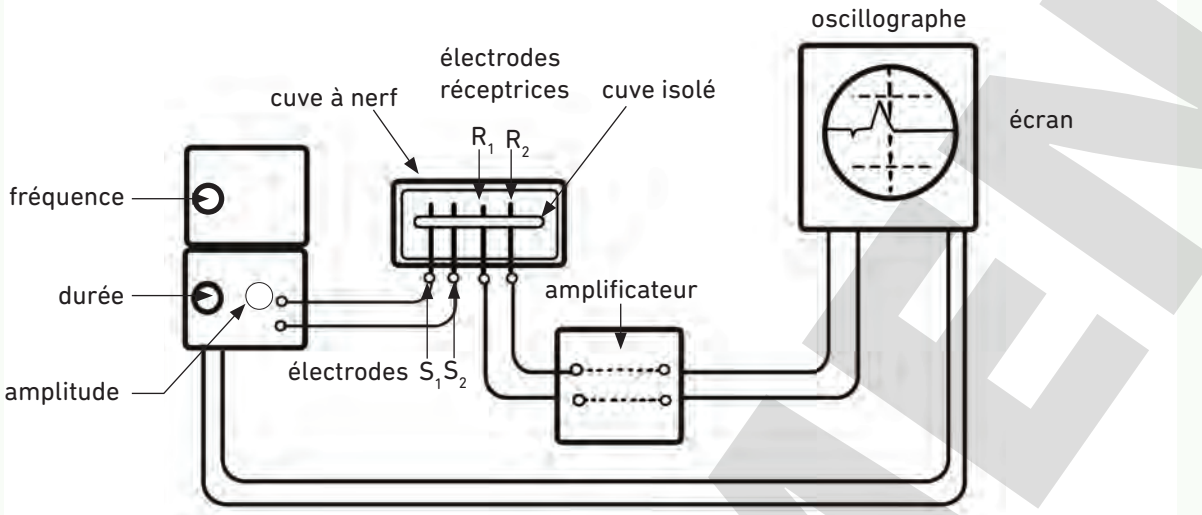


Figure 6 : schéma du dispositif d'enregistrement de la réponse du nerf

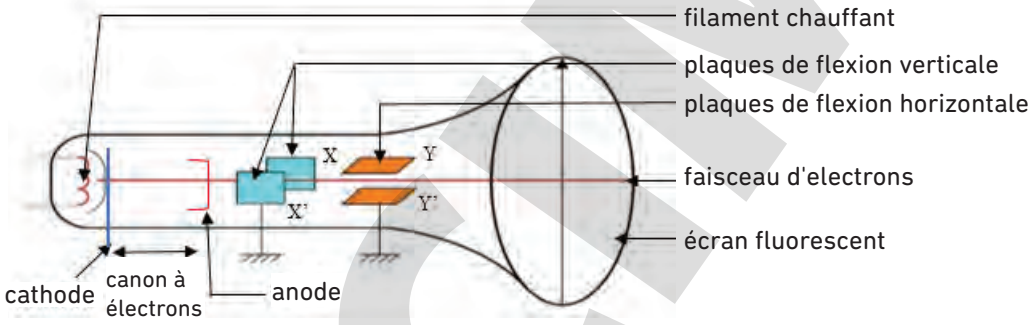


Figure 7 : schéma de l'oscilloscope cathodique

Document 4 : dispositif d'enregistrement du message nerveux

Une excitation efficace est portée à la fibre nerveuse grâce aux électrodes excitatrices.

Les résultats des expériences dans différentes conditions sont représentés par les tracés des figures 9 et 11 des documents 5 et 6.

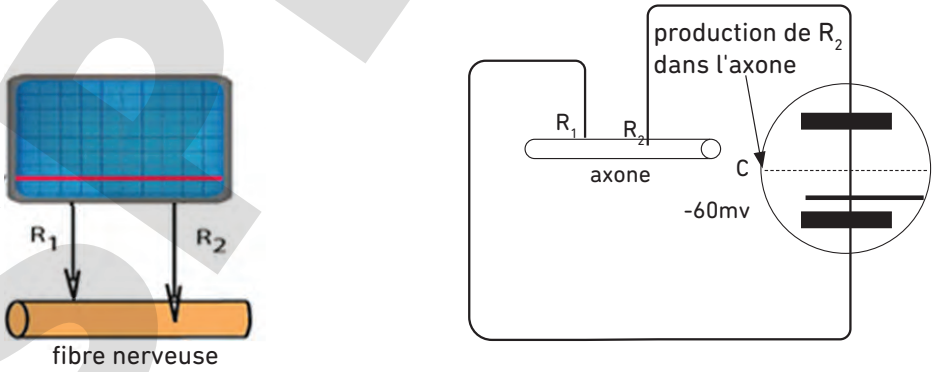


Figure 8 : schémas du dispositif expérimental pour l'enregistrement du PM et du PA monophasique

SPÉCIMEN

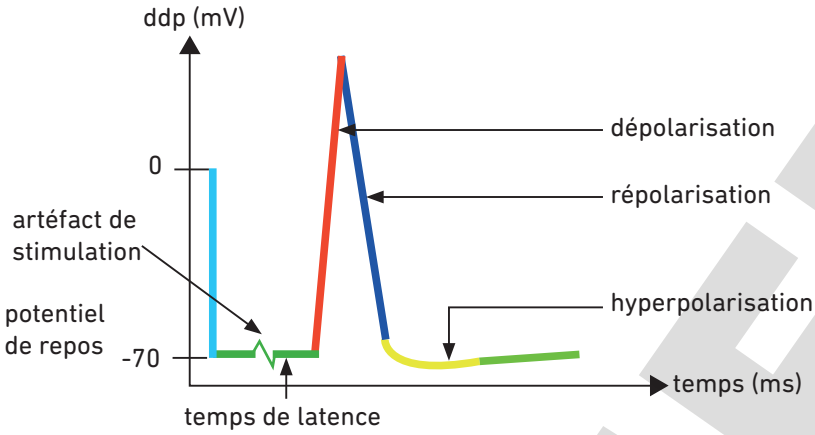


Figure 9 : potentiel de membrane et potentiel d'action monophasique

Document 5 : technique d'enregistrement du potentiel de membrane et du potentiel d'action monophasique

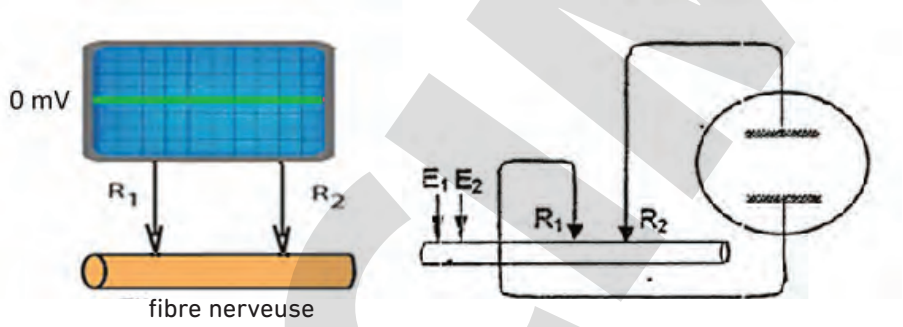
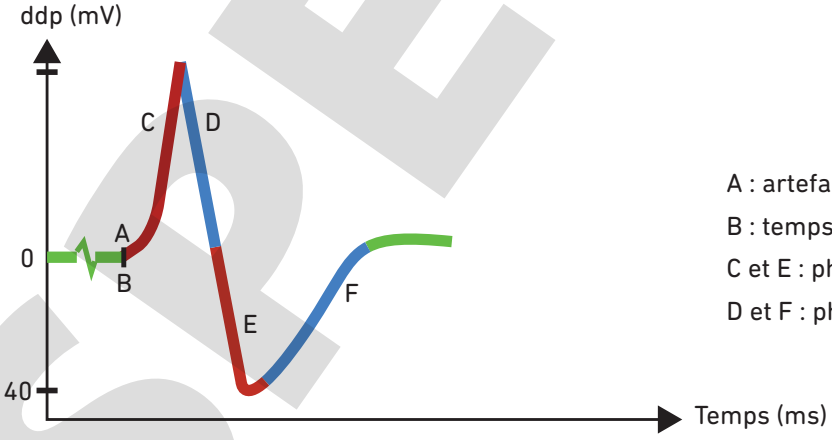


Figure 10 : schéma du dispositif expérimental pour l'enregistrement du PA diphasique



A : artefact de stimulation
B : temps de latence
C et E : phase de dépolarisation
D et F : phase de répolarisation

Figure 11 : potentiel d'action diphasique

Document 6 : technique d'enregistrement du potentiel d'action diphasique

SPÉCIMEN

Activité 2

- *Observe les figures des documents 5 et 6.*
- *Analyse le tracé des figures 9 et 11.*
- *Tire une conclusion.*

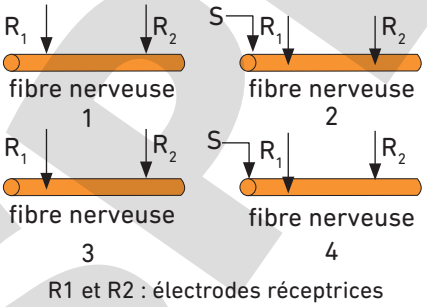
Le point de l'activité

Lorsque l'une des électrodes réceptrices est enfoncée dans l'axoplasme de la fibre nerveuse vivante et l'autre est maintenue en surface (document 5), en l'absence de stimulation, il apparaît sur l'écran de l'oscilloscope une différence de potentiel (ddp) de -70 mV appelée **potentiel de membrane (PM)** ou **potentiel de repos (PR)**. Après une excitation efficace, il apparaît sur l'écran de l'oscilloscope une courbe appelée **potentiel d'action monophasique** (PA monophasique) (figure 5). Par contre, lorsque les électrodes réceptrices sont placées sur la fibre nerveuse (document 6), en l'absence de toute excitation, il apparaît sur l'écran de l'oscilloscope un trait horizontal correspondant au **potentiel de référence** ou **potentiel zéro** (0 mV). Après une excitation efficace, la courbe enregistrée sur le cadran de l'oscilloscope est appelée **potentiel d'action diphasique** (PA diphasique) (figure 11).

Le PA monophasique est composé d'un artéfact de stimulation qui marque le moment de l'excitation, d'un temps de latence, d'une phase ascendante, appelée phase de dépolarisation, d'une phase descendante appelée phase de repolarisation, et d'une phase d'hyperpolarisation, tandis que, le PA diphasique est composé d'un artéfact de stimulation (A), d'un temps de latence (B), de deux phases de dépolarisation, l'une ascendante (C) et l'autre descendante (E), de deux phases de repolarisation, l'une descendante (D) et l'autre ascendante (F).
La détection du fonctionnement du nerf se fait grâce à l'oscilloscope cathodique et à des techniques d'enregistrement appropriées.

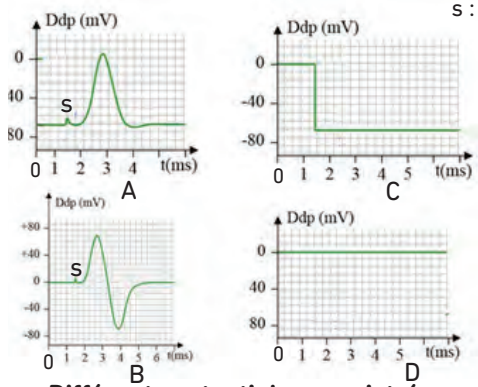
Vérifie tes acquis

Voici des réponses enregistrées lorsque des électrodes réceptrices sont placées différemment sur la fibre nerveuse qui est stimulée ou non.



Différentes positions des électrodes réceptrices sur la fibre nerveuse

s : stimulation



Différents potentiels enregistrés sur l'écran de l'oscilloscope

Associe chaque enregistrement au dispositif qui convient, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

LES ASPECTS ÉLECTRIQUE ET IONIQUE DU POTENTIEL DE MEMBRANE ET DES POTENTIELS D'ACTION

Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative au aspects électrique et chimique de la fibre nerveuse et les concentrations des ions Na^+ et K^+ sont dosées.*
- *Relève les résultats de l'observation.*

Le point de l'activité

En vue de déterminer le mécanisme du fonctionnement du nerf, une fibre nerveuse excitée est observée au microscope.

Les résultats des observations sont représentés par les figures des documents 7 et 8.

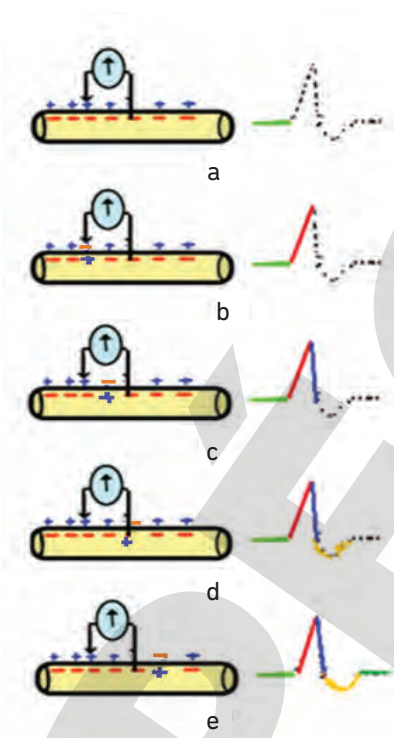


Figure 12 : schéma d'interprétation électrique du PA monophasique

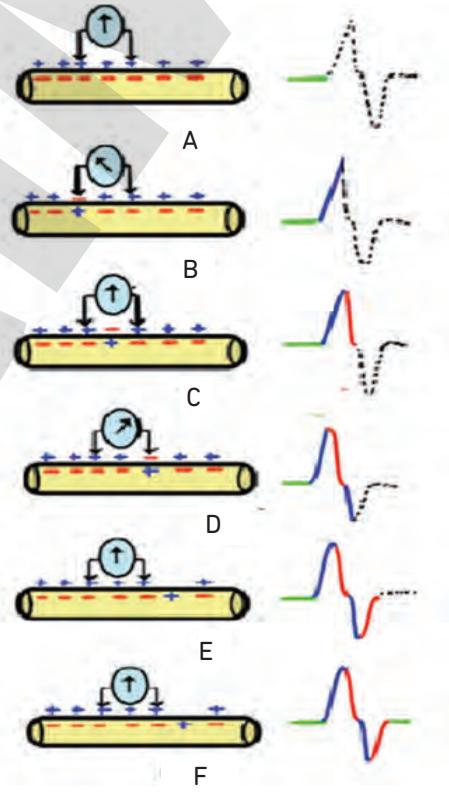


Figure 13 : schéma d'interprétation électrique du PA diphasique

Document 7 : interprétation électrique des potentiels d'action

SPECIMEN

ions	Concentration en 10^3 mol/l		
	Cytoplasme	Milieu extracellulaire	Eau de mer
K^+	400	20	10
Na^+	50	440	460

Figure 14 : tableau des concentrations des ions Na^+ et K^+ dans les milieux extracellulaire et intracellulaire de l'axone au repos

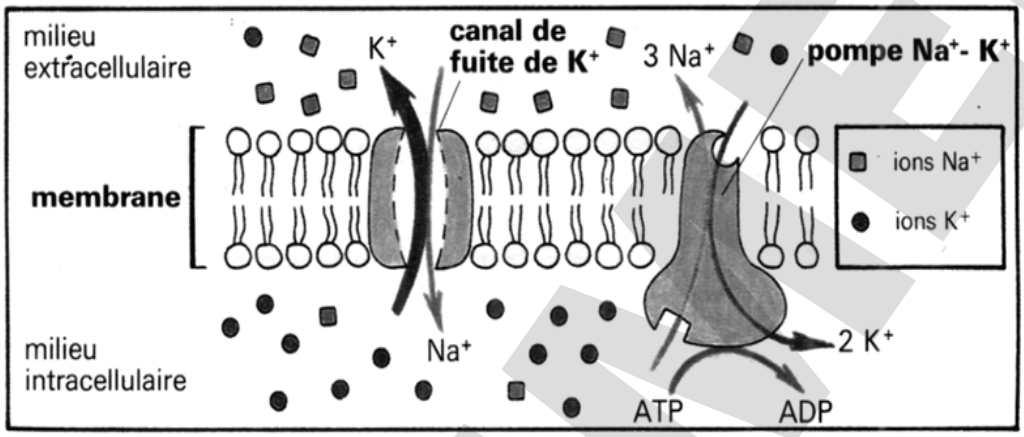


Figure 15 : schéma d'interprétation ionique du potentiel de membrane (PM)

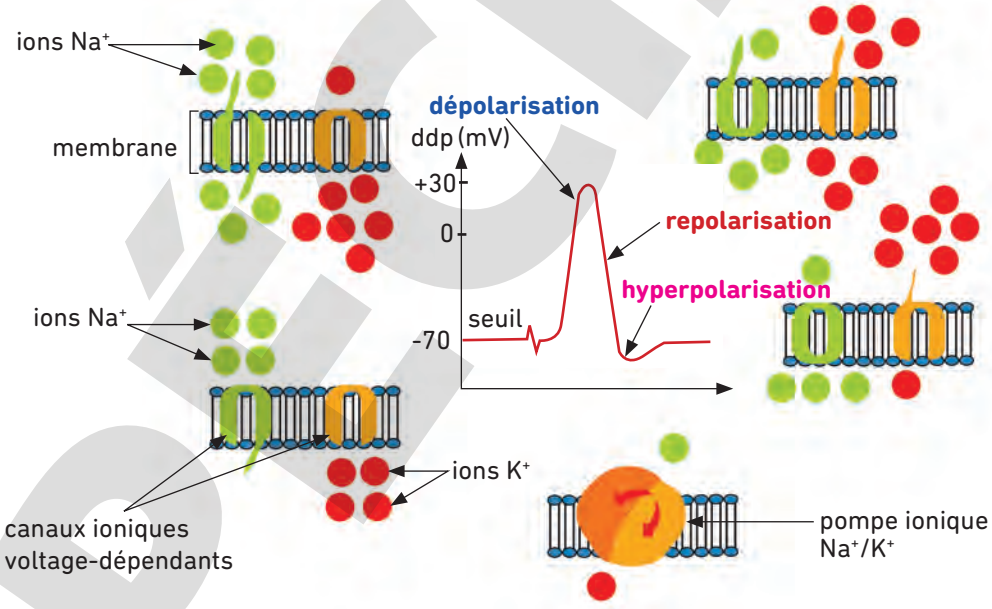


Figure 16 : schéma d'interprétation ionique du potentiel d'action monophasique

Document 8 : interprétation ionique du potentiel de membrane et des potentiels d'action

SPÉCIMEN

Activité 2

- *Observe les figures des documents 7 et 8.*
- *Interprète le PM, le PA monophasique et le PA diphasique au plan électrique.*
- *Interprète le PM le PA monophasique et le PA diphasique au plan ionique.*
- *Tire une conclusion.*

Le point de l'activité

Le message nerveux ou influx nerveux se traduit par les potentiels d'action. Deux phénomènes sont à l'origine des potentiels d'action chez une fibre nerveuse excitée et au repos : un phénomène électrique et un phénomène chimique.

▪ **Interprétation électrique et ionique du PM**

Au repos, le **milieu extracellulaire** est plus concentré en **ions Na^+** que le **milieu intracellulaire** tandis que le milieu intracellulaire est plus concentré en **ions K^+** que le milieu extracellulaire (figure 14).

Le **potentiel de membrane** montre une différence de potentiel (ddp) de -70mV entre l'extérieur et l'intérieur de la membrane de la fibre nerveuse pour l'axone de calmar (figures 12).

L'**extérieur** de la membrane de l'axone est chargé **positivement** alors que l'**intérieur** est chargé **négativement**. La différence de potentiel s'explique par une inégale répartition des ions de part et d'autre de la membrane.

Cette inégale répartition des ions de part et d'autre de la membrane de l'axone au repos est à l'origine du potentiel de membrane. La membrane de la fibre nerveuse étant plus perméable, au repos, aux ions K^+ qu'aux ions Na^+, les ions K^+ diffusent du milieu intracellulaire où ils sont le plus concentré vers le milieu extracellulaire où ils sont le moins concentré, à travers les canaux de fuite de K^+ ouverts. Cette diffusion des ions K^+ est suivie de celle des ions Na^+ du milieu extracellulaire vers le milieu intracellulaire suivant le gradient de concentration. (figures 15)

Le potentiel de membrane ou potentiel de repos est maintenu grâce à la pompe ionique Na^+/ K^+ qui hydrolyse l'ATP et utilise l'énergie libérée pour assurer le **transport actif** des ions Na^+ et K^+ contre leur gradient de concentration.

▪ **Interprétation électrique des potentiels d'action**

Lorsqu'on porte une stimulation efficace, un influx nerveux naît au point d'excitation. Le moment précis de l'excitation est traduit par l'**artéfact de stimulation**.

Le **temps de latence** correspond au temps mis par l'influx nerveux pour passer de la deuxième électrode excitatrice à la première électrode réceptrice.

Dans le cas du **PA diphasique**, l'excitation provoque au niveau de la membrane de la fibre nerveuse une inversion de polarité, l'extérieur devient négatif tandis que l'intérieur devient positif. Cette inversion de charges est appelée **onde de négativité**. Elle se propage le long de la fibre nerveuse.

Lorsque l'onde de négativité atteint la première électrode réceptrice R_1, celle-ci devient électronégative et provoque la déviation du spot vers le haut engendrant ainsi une ddp correspondant à la 1re phase de dépolarisation (B). Lorsque l'onde de négativité se trouve entre les électrodes réceptrices (R_1 et R_2), R_1 devient électropositive comme R_2, de même que les

SPECIMEN

plaques auxquelles elles sont reliées. La ddp entre les deux électrodes s'annule d'où la 1re phase de repolarisation (C). Lorsqu'elle atteint la 2e électrode réceptrice, celle-ci devient électronégative et provoque la déviation du spot vers le bas engendrant ainsi une nouvelle ddp correspondant à la 2e phase de dépolarisation (D). L'onde ayant dépassé la 2e électrode réceptrice (R_2), celle-ci redevient électropositive ainsi que la plaque supérieure à laquelle elle est reliée ; ce qui entraine la déviation du spot vers le haut, d'où la 2e phase de repolarisation (E).

Dans le cas du **PA monophasique**, la phase de dépolarisation du PA monophasique s'explique par le fait qu'après l'excitation, l'intérieur de l'axone, l'électrode R_2 et la plaque horizontale supérieure sont devenues positives alors que l'électrode externe R_1 et la plaque inférieure sont devenues négatives. Le faisceau d'électrons est attiré de la plaque inférieure vers la plaque supérieure ; ce qui se traduit sur l'écran de l'oscilloscope par une déviation du spot vers le haut matérialisant une ddp correspondant à la phase de dépolarisation (b).

La phase de repolarisation s'explique par le fait qu'après le passage de l'influx nerveux, l'intérieur de l'axone redevient négatif et l'extérieur positif. Le faisceau d'électrons est alors attiré vers la plaque horizontale inférieure ; ce qui se traduit par une déviation du spot vers le bas, d'où la phase de repolarisation (c). La phase d'hyperpolarisation (d) indique que le potentiel intracellulaire est devenu temporairement plus négatif que le potentiel de repos de la membrane.

- **Interprétation ionique des potentiels d'action**

Les phases de **dépolarisation** sont dues à une **entrée massive d'ions Na+** dans l'axoplasme suite à l'ouverture des canaux à Na^+ voltage dépendant, les canaux à K^+ étant fermés.

Les phases de **repolarisation** s'expliquent par une **sortie massive d'ions K+** de l'axoplasme suite à l'ouverture des canaux à K^+ voltage dépendant, les canaux à Na^+ étant fermés.

Le retour au potentiel initial est assuré par la pompe ionique Na^+/ K^+ qui fait sortir les ions Na^+ et fait entrer les ions K^+ contre leur gradient de concentration.

La **phase d'hyperpolarisation s'explique soit par une sortie exagérée d'ions K+, soit par une entrée de Cl^-,** soit par le temps mis par la pompe ionique Na^+/K^+ pour rétablir le potentiel de repos. La pompe ionique Na^+/K^+ dont l'activité est accélérée, fait entrer les ions K^+ et fait sortir les ions Na^+ contre leur gradient de concentration. Ceci est nécessaire au maintien du PR.

Le fonctionnement du nerf est matérialisé par l'influx nerveux ou potentiel d'action provoqué par des phénomènes électrique et ionique.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous est relatif à l'interprétation ionique du potentiel de membrane, des potentiels d'action monophasique et diphasique.

Au repos les ions Na^+ sont plus abondants dans le ...**1**... que dans le milieu intracellulaire. En revanche, les ...**2**... sont plus concentrés dans le milieu intracellulaire que dans le milieu extracellulaire. La membrane de la fibre nerveuse, au repos étant ...**3**... aux ions K^+ qu'aux ions Na^+, les ions K^+ diffusent du milieu intracellulaire vers le milieu extracellulaire à travers les canaux à K^+ ouverts. Cette diffusion des ions K+ est suivie de celle des ions Na^+ du milieu

SPECIMEN

extracellulaire vers le milieu intracellulaire suivant le ...**4**.... Pour maintenir l'équilibre ionique qui voudrait qu'au repos il y ait plus d'ions Na^+ à l'extérieur et plus d'ions K^+ à l'intérieur, des ions Na^+ sortent de ...**5**... et des ions K^+ y entrent contre le gradient de concentration grâce à la pompe ionique Na^+/ K^+.. La ...**6**... est due à une entrée massive ...**7**... d'ions Na^+ dans l'axoplasme, La reproduction est engendrée par une ...**8**... d'ions K^+ de l'axoplasme. ...**9**... observée au niveau du PA monophasique provient d'une sortie prononcée d'ions K^+ de l'axoplasme à travers les canaux à K^+ ouverts ou d'une entrée ...**10**... dans l'axoplasme.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : sortie massive ; gradient de concentration ; ions K^+ ; l'hyperpolarisation ; plus perméable, milieu extracellulaire ; dépolarisation ; l'axoplasme ; repolarisation ; d'ions Cl^-.

LE FONCTIONNEMENT DU NERF LIÉ À SON EXCITABILITÉ

L'INFLUENCE DE LA DURÉE, DE L'INTENSITÉ ET DE LA FRÉQUENCE DES STIMULATIONS SUR LES RÉPONSES DU NERF ET DE LA FIBRE NERVEUSE

Activité 1

- ***Donne le principe des expériences de mise en évidence de l'influence de la durée, de l'intensité de et de la fréquence des stimulations sur les réponses du nerf et de la fibre nerveuse.***
- ***Décris les protocoles expérimentaux.***
- ***Relève les résultats des expériences.***

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer l'intensité seuil ainsi que l'influence de l'intensité et de la fréquence des excitations sur des structures nerveuses, les expériences ci-dessous sont réalisées.

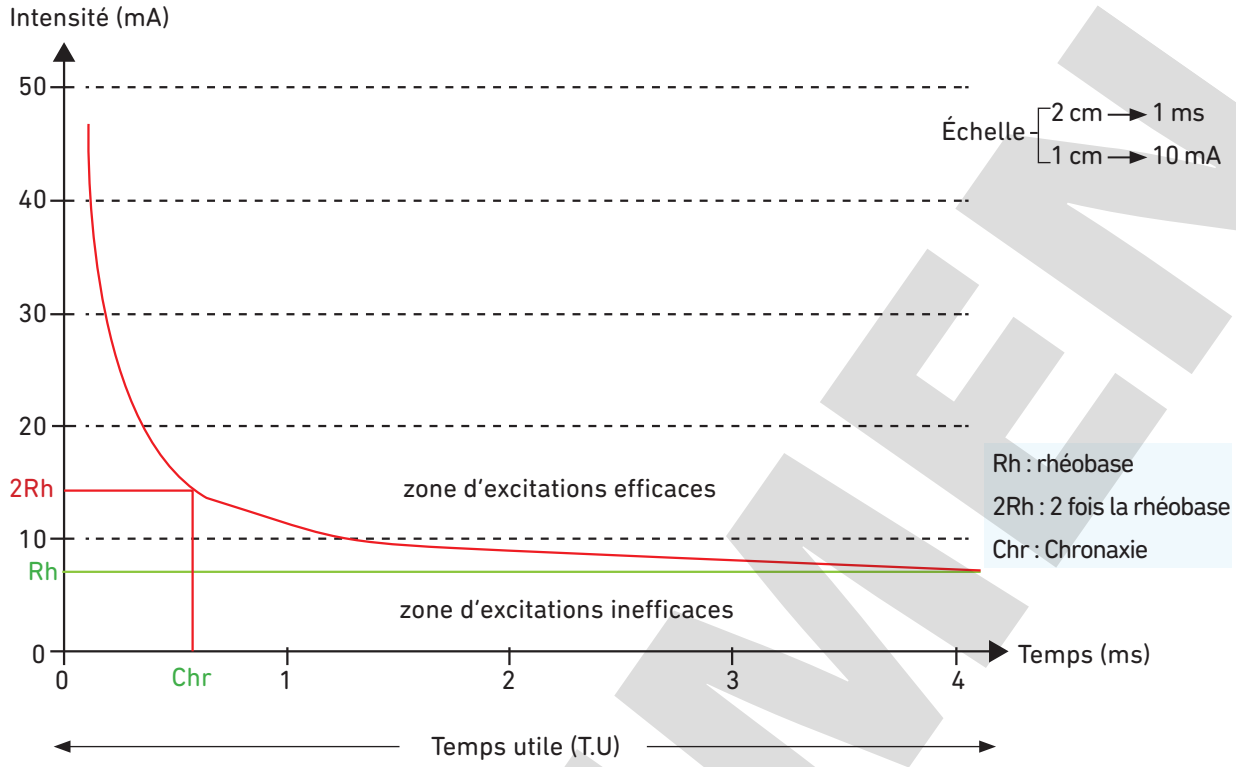
On fait varier la durée ou le temps d'application de la stimulation portée au nerf ou à la fibre nerveuse, puis on enregistre l'intensité de stimulation à l'aide d'un ampèremètre.

La fréquence de stimulation étant maintenue constante, des stimulations d'intensités croissantes sont portées au nerf ou à la fibre nerveuse, puis les réponses des structures nerveuses sont enregistrées par l'oscilloscope cathodique.

L'intensité de stimulation étant maintenue constante, des stimulations espacées, rapprochées et très rapprochées sont portées à la fibre nerveuse, puis les réponses des structures nerveuses sont enregistrées par l'oscilloscope cathodique.

Les résultats des expériences sont représentés par les documents 9 ; 10 et 11.

SPÉCIMEN



Document 9 : courbe d'excitabilité du nerf en fonction du temps et de l'intensité d'excitation

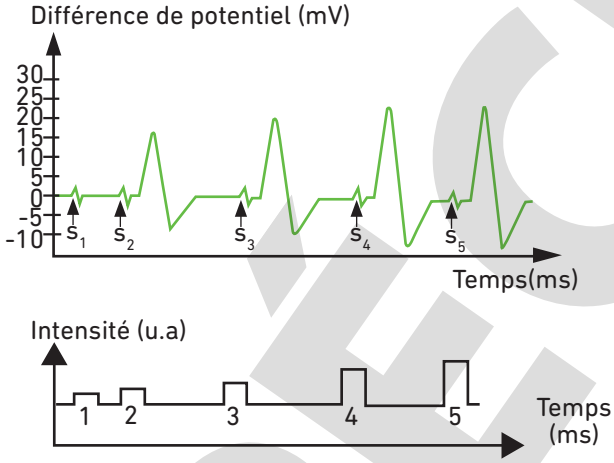


Figure 17 : influence des intensités croissantes de stimulations sur le nerf

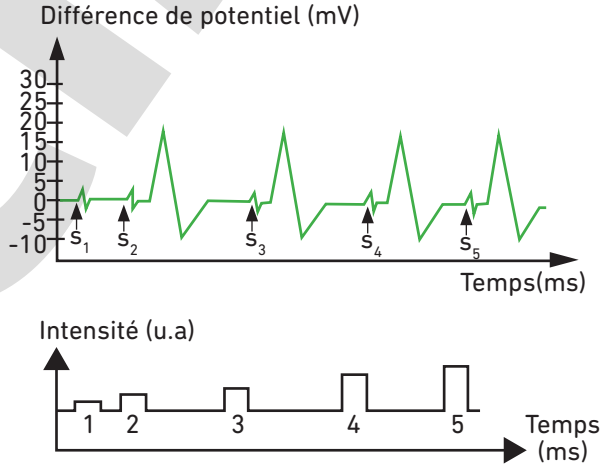
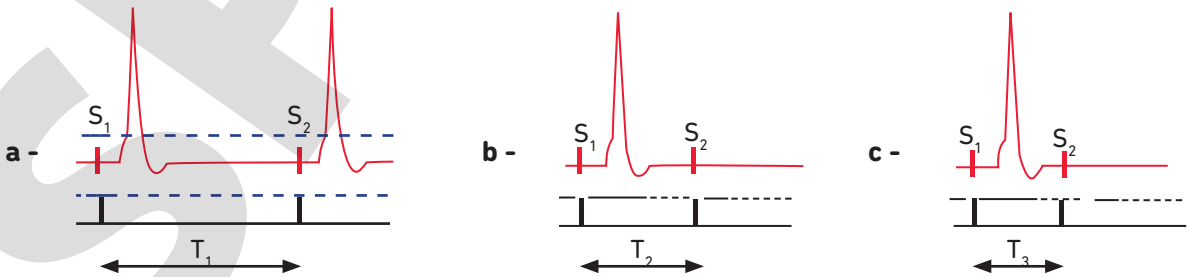


Figure 18 : influence des intensités croissantes de stimulations sur la fibre nerveuse

Document 10 : influence des intensités croissantes de stimulations sur les structures nerveuses



Document 11 : mise en évidence de la période réfractaire d'une fibre nerveuse

SPECIMEN

Activité 2

- ***Observe les figures des documents 9 ; 10 et 11.***
- ***Analyse la courbe et les tracés des documents 9 ; 10 et 11.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Au fur et à mesure que le temps d'application de la stimulation au nerf se prolonge l'intensité de stimulation diminue (document 9).

La stimulation S_1 ne provoque aucune réponse du nerf. L'intensité de stimulation S_2 provoque la plus petite réponse du nerf. À partir de la stimulation S_2, lorsque l'intensité des stimulations augmente (S_2 à S_4), l'amplitude des réponses du nerf augmente pour devenir maximale, puis elle reste constante pour les intensités de stimulation S_4 et S_5 (tracé figure 17).

De même, la stimulation S_1 ne provoque aucune réponse de la fibre nerveuse alors que l'intensité de stimulation S_2 entraîne une réponse dont l'amplitude est d'emblée maximale. Pour les intensités de stimulation S_3, S_4 et S_5, l'amplitude des réponses de la fibre nerveuse demeure maximale et constante (tracé figure 18).

Lorsque deux stimulations espacées de même intensité sont portées à la fibre nerveuse, on enregistre deux PA de même amplitude, tandis que deux stimulations rapprochées de même intensité portées à la fibre nerveuse donnent deux PA d'amplitudes différentes. Deux stimulations très rapprochées de même intensité portées à la fibre nerveuse donnent un seul PA.

La courbe des seuils d'excitabilité du nerf (document 9) délimite deux zones. Les points de la courbe sont des excitations seuils ou **liminaires.**

Les points situés au-dessus de la courbe (zone des excitations efficaces) sont des excitations **supraliminaires** alors que ceux situés au-dessous de la courbe (zone d'excitations inefficaces) sont des excitations **infraliminaires** qui ne provoquent aucune réponse du nerf.

La plus petite intensité de stimulation capable de provoquer une réponse du nerf est la **rhéobase** (Rh) ou **intensité seuil**. C'est l'intensité minimale en dessous de laquelle le nerf ne donne aucune réponse quel que soit le temps de stimulation. Toute intensité inférieure à la rhéobase est une intensité infraliminaire. Par contre, toute intensité supérieure à la rhéobase est une intensité supraliminaire.

Le temps de stimulation nécessaire pour obtenir une réponse du nerf, pour une stimulation d'intensité égale à la rhéobase est le **temps utile** (T.U).

La durée minimale d'une excitation dont l'intensité est le double de la rhéobase est la **chronaxie** (Chr). Plus la chronaxie et la rhéobase sont élevées moins le nerf est excitable.

L'intensité de stimulation S_1 pour laquelle le nerf ne donne aucune réponse est une intensité infraliminaire. Et l'intensité S_2 qui provoque la plus petite réponse du nerf est l'intensité seuil ou rhéobase. Cette réponse est donnée par les fibres les plus excitables.

L'amplitude des réponses (PA) augmente lorsque l'intensité des stimulations augmente (de S_2 à S_4), parce qu'au fur et à mesure que l'intensité de stimulation augmente, un nombre de plus en plus croissant de fibres nerveuses sont excitées: c'est la **loi de sommation**. Au-delà de la

SPECIMEN

stimulation S_4, l'amplitude des réponses maximale reste constante, car toutes les fibres nerveuses du nerf sont excitées.

La fibre nerveuse ne donne pas de réponse pour l'intensité S_1, car le seuil d'excitabilité (ou rhéobase) n'est pas atteint. L'intensité S_1 est une intensité infraliminaire, inefficace.

L'intensité S_2 qui est l'intensité seuil donne une réponse d'amplitude d'emblée maximale, car la fibre nerveuse qui est constituée d'une seule unité structurale obéit à la **« loi du tout ou rien »**.

Lorsqu'on excite une fibre nerveuse avec une stimulation d'intensité égale ou supérieure à la rhéobase, on obtient un PA d'amplitude d'emblée maximale qui signifie que la fibre nerveuse obéit à la « loi du tout ou rien ».

Lorsque deux stimulations espacées sont portées à la fibre nerveuse, la 2e stimulation (S_2) donne un PA identique à celui de la stimulation S_1 parce que la 2e stimulation tombe dans la période de repos de la fibre nerveuse où la pompe Na^+/K^+ ATP-ase rétablit les concentrations ioniques initiales du potentiel de repos. Par contre, l'amplitude du 2e PA est plus petite que celle du 1er PA lorsque les deux stimulations portées à la fibre nerveuse sont rapprochées parce que la deuxième stimulation tombe dans une période d'inexcitabilité relative ou **période réfractaire relative (PRR)** qui correspond à la période d'hyperpolarisation.
Le deuxième PA disparaît lorsque les deux stimulations sont très rapprochées parce que la deuxième stimulation tombe dans une période d'inexcitabilité totale ou **période réfractaire absolue (PRA)** de la fibre nerveuse qui correspond à la période de repolarisation où les canaux à Na^+ sont fermés.

Le fonctionnement du nerf est lié à son excitabilité qui est influencée par l'intensité et la fréquence des excitations.

Vérifie tes acquis

Un professeur demande à ses élèves de définir certaines notions liées à l'excitabilité du nerf. Des élèves donnent les réponses ci-dessous.

A- La chronaxie est le temps nécessaire pour qu'un courant d'intensité équivalent à deux fois la rhéobase, appliqué à la fibre nerveuse soit efficace pour donner une réponse.
B- La loi du tout ou rien est une caractéristique du nerf.
C- La rhéobase est l'intensité minimum au-dessous de laquelle le nerf n'est pas excité quel que soit le temps de stimulation ;
D- Le temps utile est la durée pendant laquelle l'amplitude du PA nerveux augmente proportionnellement avec l'intensité de stimulation ;
E- Le phénomène de sommation est observé au niveau du nerf et de la fibre nerveuse.
F- La période réfractaire absolue est la période d'inexcitabilité totale de la fibre nerveuse qui correspond à la phase de dépolarisation.

Relève les lettres correspondant aux réponses justes.

SPECIMEN

LA VITESSE DE PROPAGATION DE L'INFLUX NERVEUX DANS LES FIBRES NERVEUSES ET L'INFLUENCE DE CERTAINS FACTEURS SUR CELLE-CI

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la vitesse de conduction et de l'influence de certains facteurs sur la conduction de l'influx nerveux.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer la vitesse de conduction du nerf ainsi que l'influence de certains facteurs sur celle-ci, des expériences sont réalisées et des observations sont faites au niveau des fibres nerveuses.

Deux stimulations efficaces de même intensité sont portées sur la même fibre nerveuse posée sur les éléctrodes excitatrices de la cuve à nerf. À l'aide des électrodes réceptrices R_1 et R_2, la réponse de la fibre nerveuse à la première stimulation est enregistrée. La distance entre S_2 et R_1 est d_1. À l'aide des électrodes réceptrices R_3 et R_4, la réponse de la fibre nerveuse à la deuxième excitation est enregistrée. La distance entre S_2 et R_3 est d_2 (figure 19).

Les deux tracés des potentiels d'action obtenus sont superposés en faisant coïncider les artefacts de stimulation des deux PA (figure 20).

Les vitesses de conduction de l'influx nerveux dans les différentes fibres nerveuses placées dans des conditions de température différentes sont calculées.

La propagation de l'influx nerveux dans les fibres nerveuses de différentes natures est observée au microscope.

Les résultats des expériences et des observations sont représentés par les documents 12 ; 13 et 14.

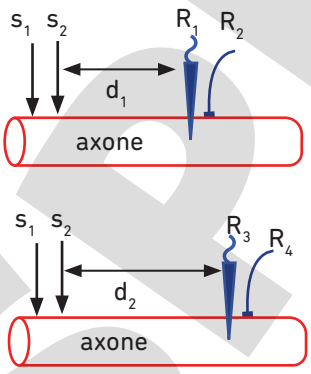


Figure 19 : dispositif d'enregistrement des réponses de la fibre nerveuse

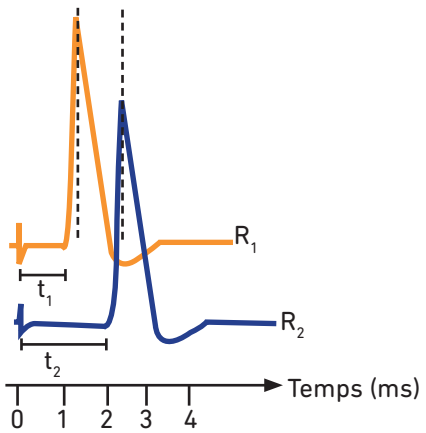


Figure 20 : PA enregistrés à l'aide d'électrodes réceptrices placées sur l'axone

Document 12 : méthode de calcul de la vitesse de propagation de l'influx nerveux

SPÉCIMEN

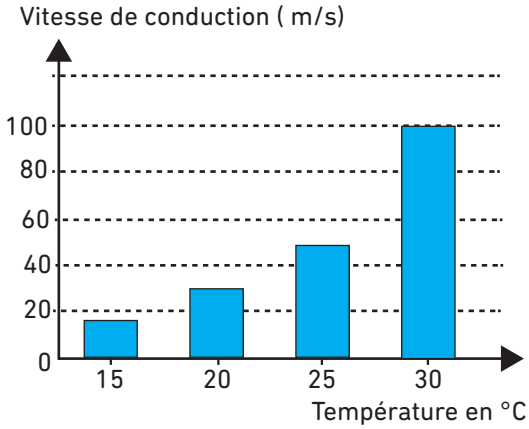


Figure 21 : influence de la température sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux

Types de fibres	Diamètre (µm)	Vitesse (m/s)
Fibre myélinisée	10	17
Fibre myélinisée	20	30
Fibre amyélinique	10	5
Fibre amyélinique	20	15

Figure 22 : influence du diamètre de la fibre nerveuse sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux

Document 13 : facteurs influençant la vitesse de conduction de l'influx nerveux par les fibres nerveuses

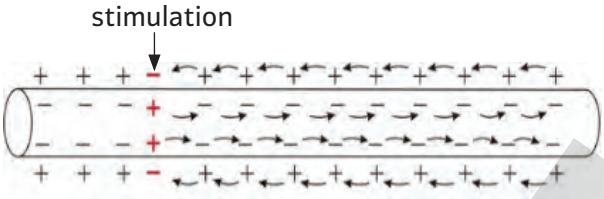


Figure 23 : théorie des courants locaux dans les fibres amyéliniques

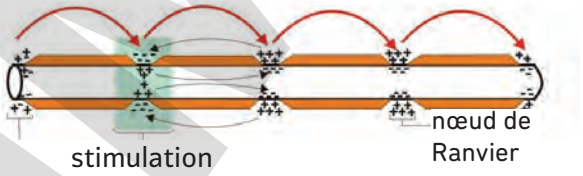


Figure 24 : théorie de la conduction saltatoire dans les fibres myélinisée

Document 14 : mode de conduction de l'influx nerveux par différents types de fibres nerveuses

Activité 2

- ***Observe les figures des documents 12 ; 13 et 14.***
- ***Analyse les documents.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

L'influx nerveux se déplace à une certaine vitesse le long de la fibre nerveuse des électrodes excitatrices (S_1S_2) jusqu'aux électrodes réceptrices. La fibre nerveuse conduit l'influx nerveux. Cette propriété des structures nerveuses est la **conductibilité**.

Les deux artefacts des PA étant superposés (figure 20), la distance Δd ($d_2 - d_1$), ainsi que le temps de latence Δt ($t_2 - t_1$) permettent de calculer la vitesse de propagation de l'influx nerveux à partir de la formule suivante :

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} \ (m.s^{-1})$$

Δd est exprimée en mètre (m)

Δt est exprimé en seconde (s)

La vitesse de l'influx nerveux est influencée par la température du milieu et le diamètre des fibres nerveuses ainsi que par la nature des fibres nerveuses (document 13).

SPECIMEN

Chez les animaux poïkylothermes (grenouille), la température corporelle augmente avec celle du milieu ambiant. Lorsque la température est de 10°C, la vitesse de conduction de l'influx nerveux est de 25 $m.s^{-1}$. Lorsqu'elle passe à 18°C, la vitesse de conduction de l'influx passe de 25 $m.s^{-1}$ à 50 $m.s^{-1}$. À une température de 38°C, la vitesse de conduction de l'influx est 100 $m.s^{-1}$.
Lorsque la température augmente de 10°C, la vitesse de propagation de l'influx nerveux double. Ce qui signifie que des réactions chimiques sont à l'origine de l'influx nerveux.

Chez les homéothermes (Homme), lorsque la température est de 15°C, la vitesse de conduction de l'influx nerveux est de 18 $m.s^{-1}$. Pour des températures comprises entre 15°C et 30 °C, la vitesse de conduction de l'influx augmente passant de 18 $m.s^{-1}$ à 100 $m.s^{-1}$ (figure 21).
Les faibles températures empêchent l'ouverture des canaux à Na^+ et le mouvement des protéines membranaires réduisant ainsi la propagation de l'influx nerveux.
Les températures moyennes activent les protéines membranaires et les canaux à Na^+ et K^+ qui s'ouvrent et se referment, d'où l'augmentation de la vitesse de conduction de l'influx nerveux.
À température et à diamètre égaux, la vitesse de l'influx nerveux dans les fibres myélinisées est supérieure à celle des fibres amyéliniques.
En effet, dans une fibre amyélinique donc dépourvue de gaine de myéline (figure 23), le déplacement de l'onde de négativité se fait de proche en proche : c'est **la théorie des courants locaux**. Dans ce cas, la vitesse de l'influx nerveux est faible. Par contre, dans une fibre myélinisée (figure 18), la gaine de myéline agit comme un isolant de sorte que la dépolarisation effectue des sauts par-dessus des gaines de myéline pour atteindre les nœuds de Ranvier qui se dépolarisent et se repolarisent : c'est la **théorie de la conduction saltatoire**. Les fibres myélinisées sont plus conductrices que les fibres amyéliniques.
Dans les conditions expérimentales où la fibre nerveuse est isolée, l'influx nerveux se propage dans les deux sens alors que dans l'organisme, la propagation de l'influx nerveux se fait dans un seul sens : il s'agit de **la conduction univoque**. Cette conduction de l'influx nerveux dans le neurone se fait du corps cellulaire vers son arborisation terminale.
Le fonctionnement du nerf est lié à sa conductibilité qui est influencée par le diamètre et la nature des fibres nerveuses ainsi que par la température.

Vérifie tes acquis

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à la conductibilité du nerf.

L'influx nerveux se déplace le long du nerf des électrodes excitatrices jusqu'aux électrodes réceptrices. Le nerf est donc ...**1**... de l'influx nerveux. Sa vitesse est différente de la célérité de la lumière. Elle se calcule par la formule v = d/t. La vitesse de l'influx nerveux est influencée par le diamètre et la ...**2**... Dans une ...**3**... les déplacements de charge se font de proche en proche. C'est la ...**4**... Dans ce cas, la vitesse de l'influx nerveux est faible. Par contre, dans une ...**5**... le manchon de myéline sert d'isolant. Les échanges de charge « sautent » d'un ...**6**... à l'autre. C'est la théorie de la ...**8**... qui améliore considérablement la vitesse de l'influx nerveux. Enfin, pour un type de fibre nerveuse donnée, plus le ...**9**... est important plus la vitesse de conduction est élevée.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : zone lésée ; diamètre ; nœud de Ranvier ; théorie des courants locaux ; conduction saltatoire ; fibre sans myéline ; conducteur ; fibre myélinisée ; nature de fibre nerveuse.

SPECIMEN

LES DIFFÉRENTS TYPES DE SYNAPSES, LEUR STRUCTURE ET LE MÉCANISME DE LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE

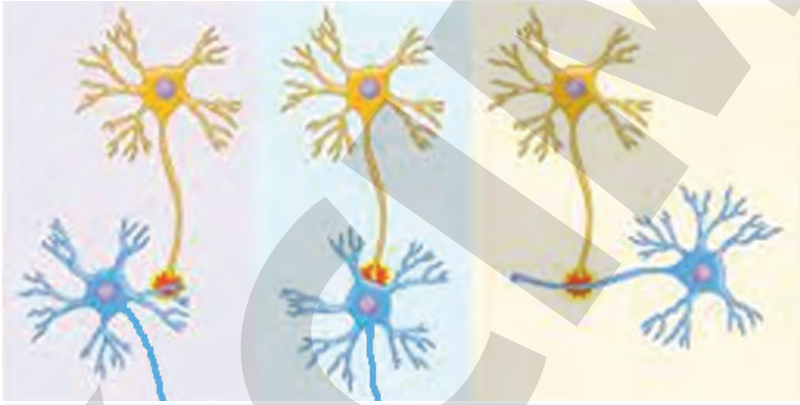
Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux différents types de synapses, à leur structure et au mécanisme de la transmission synaptique.*
- *Relève les résultats de l'observation.*

Le point de l'activité

Des observations sont faites au microscope, en vue d'identifier les différents types de synapses, de connaître leur structure et leur mode de fonctionnement.

Les résultats des observations sont représentés par les documents 15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 19 et 20.



Document 15 : différents types de synapses neuro-neuroniques

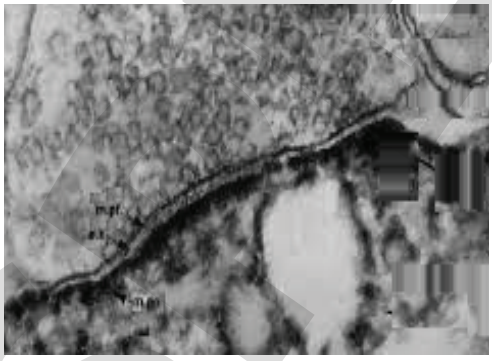


Figure 25 : ultrastructure d'une synapse neuro-neuronique

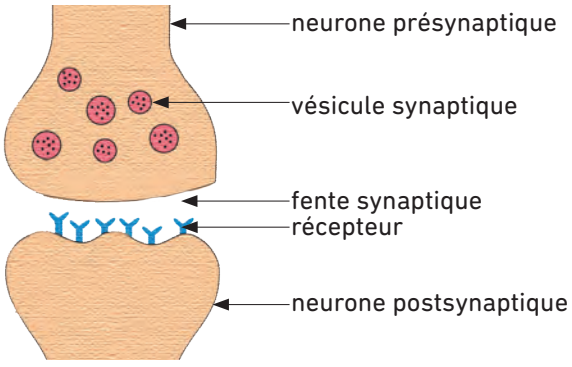


Figure 26 : schéma d'une synapse neuro-neuronique

Document 16 : structure d'une synapse neuro-neuronique

SPECIMEN

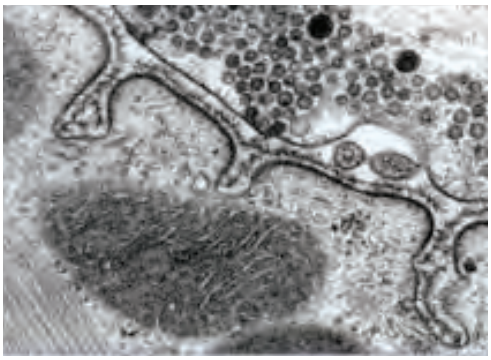


Figure 27 : ultrastructure d'une plaque motrice

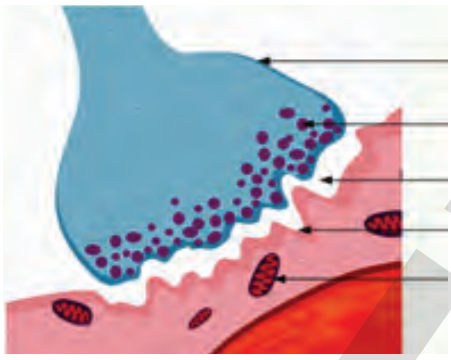


Figure 28 : schéma d'une plaque motrice

Document 17 : structure d'une plaque motrice

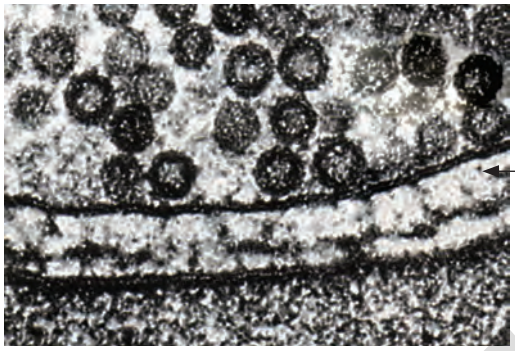


Figure 29 : synapse au repos

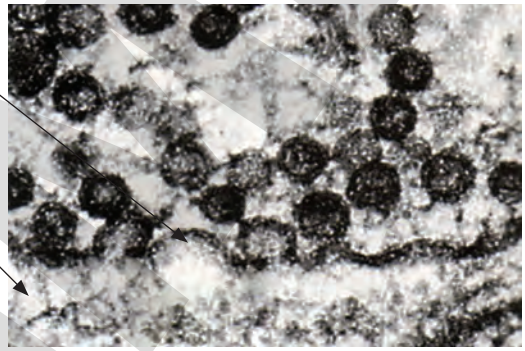
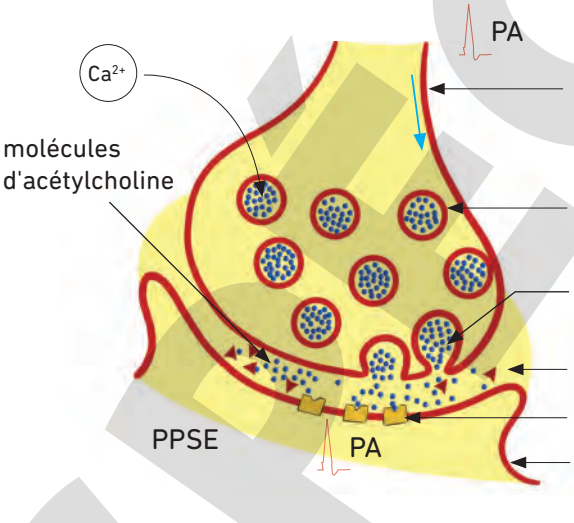
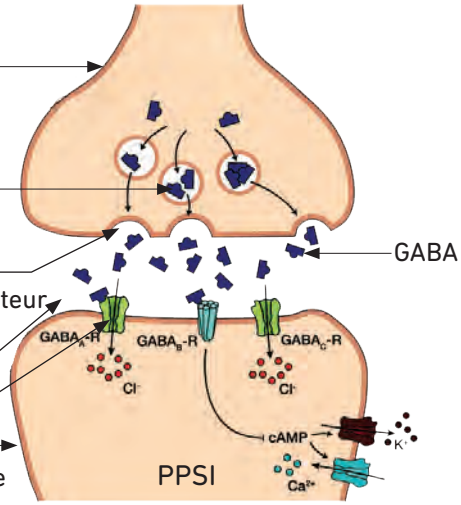


Figure 30 : synapse en activité

Document 18 : synapse au repos et en activité



Document 19 : schéma explicatif du mécanisme de la transmission du message nerveux au niveau d'une synapse excitatrice



Document 20 : schéma explicatif du mécanisme de la transmission du message nerveux au niveau d'une synapse inhibitrice

SCIEN

Activité 2

- *Observe les figures des documents 15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 19 et 20.*
- *Analyse les documents.*
- *Interprète-les.*
- *Tire une conclusion.*

Le point de l'activité

Les neurones de l'organisme communiquent les uns avec les autres au niveau d'une zone de contact. Cette zone de contact entre deux neurones est appelée **synapse neuro-neuronique** (document 15). En fonction des parties des neurones mises en contact, il existe des **synapses axo-dendritiques** (zone de contact entre un axone et une dendrite), des **synapses axo-somatiques** (zone de contact entre un axone et le corps cellulaire), des **synapses axo-axoniques** (zone de contact entre deux axones).

La zone de contact entre un neurone et une fibre musculaire est appelée **synapse neuromusculaire** ou **plaque motrice** (document 17).

La synapse neuro-neuronique est constitué d'un bouton synaptique du neurone présynaptique contenant des vésicules synaptiques riches en **neurotransmetteurs** ou médiateurs chimiques ou encore **neuromédiateurs** et d'un neurone postsynaptique dont la membrane est pourvue des **récepteurs** capables de fixer les neurotransmetteurs (document 16). Les deux neurones sont séparés par un espace appelé **fente synaptique**.

La plaque motrice est constituée d'un bouton synaptique contenant des vésicules synaptiques et d'une fibre musculaire qui représente l'élément postsynaptique (document 17). La surface de la membrane postsynaptique est augmentée par la formation de replis qui constituent l'appareil sous-neural.

Dans une **synapse au repos** (figure 29) les vésicules synaptiques ne fusionnent pas avec la membrane présynaptique tandis qu'en activité (figure 30), les médiateurs chimiques sont libérés dans la fente synaptique (présence de vésicules d'exocytose).

En effet, dans les synapses à **transmission chimique**, l'arrivée du PA au niveau du bouton synaptique rend la membrane présynaptique perméable aux **ions calcium** (Ca^{2+}) dont l'entrée massive dans le bouton présynaptique provoque le déplacement des vésicules synaptiques vers la membrane présynaptique et la libération par **exocytose** des neurotransmetteurs (exemple : acétylcholine, GABA, dopamine, glycine...) dans la fente synaptique.

La fixation d'un neurotransmetteur tel que l'**acétylcholine** sur les récepteurs de la membrane postsynaptique provoque l'**entrée massive d'ions Na^+**, à travers les canaux à Na^+ chimio-dépendant ouverts au niveau de la membrane postsynaptique, engendrant ainsi, la naissance d'un **potentiel postsynaptique excitateur** (PPSE) qui, dès qu'il atteint une amplitude supérieure à un seuil (-55 mV) provoque la naissance d'un PA qui se propage dans la membrane postsynaptique. Une telle synapse est dite **synapse excitatrice** (document 19).

Une fois la transmission de l'influx neveux assurée, le médiateur chimique est hydrolysé par une enzyme (l'acétylcholinestérase dans le cas de l'acétylcholine). Les molécules issues de cette hydrolyse sont **réabsorbées** ou recapturées par la membrane présynaptique en vue d'une reconstitution du neuromédiateur.

La fixation d'un neurotransmetteur tel que le **GABA** (Gamma Amino-Butyric-Acid) sur les récepteurs de la membrane postsynaptique provoque une entrée d'**ions Cl^-** dans la structure

SPECIMEN

postsynaptique, engendrant ainsi la naissance d'un potentiel **postsynaptique inhibiteur (PPSI)** qui empêche la transmission du l'influx nerveux. Une telle synapse est dite inhibitrice (document 20).

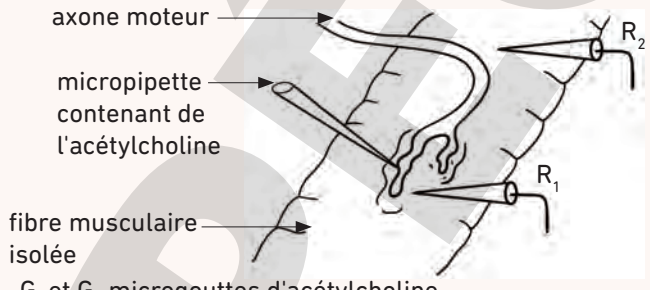
Le fonctionnement du nerf caractérisé par la transmission du message nerveux se fait à travers des synapses qui sont soit excitatrices, soit inhibitrices.

Utilise tes acquis

Au cours d'un match de football dans un tournoi d'interclasses, deux élèves se heurtent violemment et l'un des deux se blesse à l'arcade sourcilière. Transporté à l'hôpital, le médecin anesthésie la plaie avant de pratiquer des points de suture. Pendant son intervention, l'élève ne ressent aucune douleur. Étonnés, ses camarades en classe de terminale qui assistent à la scène demandent au médecin les raisons de cette absence de douleur. Ce dernier affirme que l'influx nerveux n'est pas transmis au niveau de la jonction neuro-musculaire. Pour comprendre le fonctionnement d'une jonction neuro-musculaire, ces élèves effectuent des recherches et découvrent dans un manuel de biologie les expériences ci-dessous et leurs résultats.

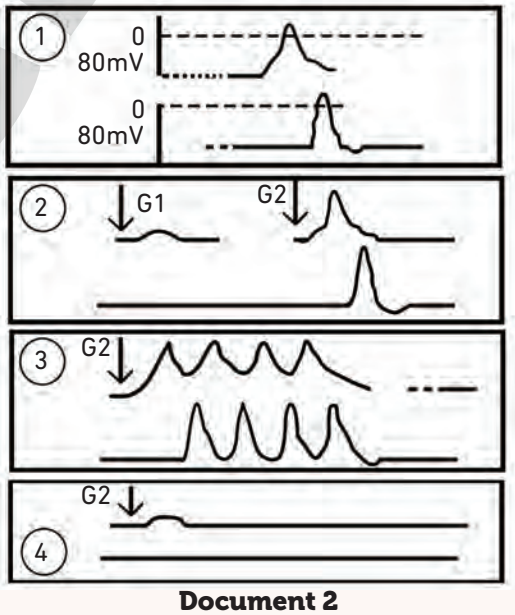
- **Expérience 1 :** l'expérimentateur stimule l'axone moteur à l'aide d'un dispositif (document 1).
- **Expérience 2 :** il dépose sur la membrane musculaire en A d'une microgoutte G1 d'acétylcholine, puis d'une seconde (G2) plus importante que la première.
- **Expérience 3 :** il dépose une microgoutte G2 d'acétylcholine sur la fibre traitée à l'ésérine (produit inhibant l'hydrolyse de l'acétylcholine).
- **Expérience 4 :** il injecte à l'intérieur de la fibre musculaire, en A, une microgoutte G2 d'acétylcholine.

Les résultats sont représentés par les enregistrements 1, 2, 3 et 4 du document 2 ci-dessous.



G_1 et G_2 microgouttes d'acétylcholine
R_1 et R_2 microélectrodes réceptrices
S : stimulation de l'axone

Document 1



Document 2

Éprouvant des difficultés à exploiter ces résultats, ces élèves sollicitent ton aide.

1- Analyse les résultats obtenus.
2- Interprète les résultats 3 et 4.
3- Explique le fonctionnement de la jonction neuro-musculaire.
4- Réalise le schéma explicatif de la transmission synaptique.

SPÉCIMEN

Retiens l'essentiel

Le tissu nerveux est l'ensemble constitué de nerfs dont chacun est constitué de faisceaux de fibres nerveuses de diamètres différents et d'autres cellules nerveuses.

Lorsqu'on porte une excitation efficace sur le nerf, il répond par une perturbation qui génère un influx nerveux. On dit alors que le nerf est excitable. La réponse donnée par le nerf peut être enregistrée sur l'écran d'un oscilloscope cathodique. Lorsqu'on enfonce une des électrodes réceptrices à l'intérieur de la fibre nerveuse vivante alors que l'autre est maintenue en surface, en l'absence de stimulation, on enregistre une différence de potentiel. Elle représente le potentiel de membrane (PM) ou potentiel de repos qui montre qu'au repos, la membrane de la fibre nerveuse est chargée positivement à l'extérieur et négativement à l'intérieur.

Si on porte une stimulation efficace sur cette fibre nerveuse on enregistre un PA monophasique. Mais si les deux électrodes réceptrices sont placées à la surface de la fibre, le PA obtenu dans ce cas est diphasique. La phase de dépolarisation du PA est engendrée par une entrée massive d'ions Na^+ dans l'axoplasme tandis que la phase de repolarisation du PA est due à une sortie d'ions K^+ de l'axoplasme.

Lorsqu'on porte des stimulations d'intensités croissantes sur un nerf, l'amplitude du potentiel d'action augmente avec l'intensité des excitations (c'est le phénomène de sommation), mais au niveau de la fibre nerveuse, cette amplitude est d'emblée maximale lorsque le seuil d'excitation est atteint : la fibre nerveuse obéit à la « loi du tout ou rien ».

La transmission du message nerveux ou potentiel d'action dans l'organisme, passe par plusieurs relais appelés synapses. Le fonctionnement de ces synapses permet, soit la poursuite de la transmission du message nerveux suite à une dépolarisation de la membrane post synaptique appelé potentiel postsynaptique excitateur (PPSE), soit le blocage du message nerveux suite à une hyperpolarisation de la membrane postsynaptique appelé potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSI). Il existe donc des synapses excitatrices dans lesquelles l'acétylcholine est libérée et des synapses inhibitrices dans lesquelles le GABA est libéré.

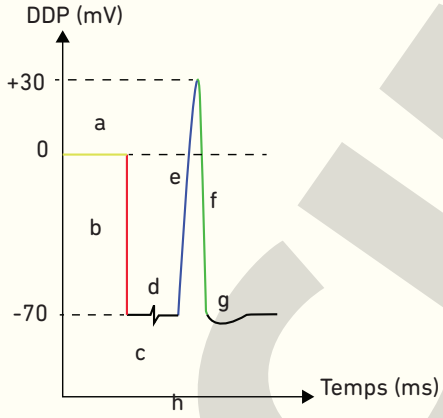
SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives aux propriétés du nerf.

1- Le nerf est excitable, conducteur et élastique.
2- Le nerf possède un seuil d'excitabilité.
3- Le nerf obéit à la loi du tout ou rien.
4- La chronaxie correspond au seuil d'excitabilité d'un nerf.
5- La période réfractaire relative se produit pendant la phase de dépolarisation.
6- La période réfractaire absolue se produit pendant la phase de repolarisation.
7- La rhéobase est la plus petite intensité capable de provoquer une réponse du nerf.
8- Le nerf obéit à la loi de sommation.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 Un professeur demande à ses élèves de nommer les composantes de la réponse d'une fibre nerveuse à une excitation efficace, représentée par le tracé ci-dessous. Des élèves donnent les réponses ci-dessous.



1- potentiel de membrane
2- hyperpolarisation
3- potentiel de référence
4- artéfact de stimulation
5- temps de latence
6- phase de dépolarisation
7- phase de repolarisation
8- potentiel d'action monophasique

Relève les lettres correspondant aux réponses exactes, en utilisants des chiffres et des lettres.

3 Le tableau ci-dessous présente des types de synapses, de médiateurs chimiques et leurs modes d'action.

Types de synapses/ médiateurs chimiques	Modes d'action
1- Les synapses inhibitrices 2- Les synapses excitatrices 3- Le GABA 4- L'acétylcholine 5- L' adrénaline	a- ont pour médiateur chimique l'acétylcholine. b- ont pour médiateur chimique le GABA qui provoque une hyperpolarisation au niveau de la membrane postsynaptique. c- génèrent un PA qui se propage dans la membrane postsynaptique lorsque le PPSE atteint le seuil de -55 mv. d- génèrent une hyperpolarisation dans la membrane postsynaptique. e- provoquent la libération d'ions Cl– dans la fente synaptique

Associe chaque type de synapse ou médiateur chimique à son mode d'action, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPÉCIMEN

4 Voici quelques étapes du mécanisme de la transmission du message nerveux au niveau d'une synapse.

A- Naissance d'un Potentiel d'Action (PA) postsynaptique.

B- Entrée d'ions Ca^{2+} dans le bouton synaptique.

C- Ouverture des canaux à Na^{+}.

D- Arrivée du PA au niveau du bouton synaptique.

E- Fixation des molécules d'Acétylcholine sur les récepteurs postsynaptiques.

F- Hydrolyse de la molécule de l'acétylcholine et recapture de la choline.

G- Entrée massive des ions Na^{+} déclenchant la dépolarisation de la membrane postsynaptique.

H- Libération des molécules d'acétylcholine par exocytose, dans la fente synaptique.

Range-les dans l'ordre chronologique du mécanisme de la transmission synaptique, en utilisant les lettres.

5 Le texte ci-dessous est relatif à l'excitabilité du nerf, à l'influence de l'intensité et de la fréquence des stimulations sur la réponse du nerf ou de la fibre nerveuse.

Le nerf est excitable lorsqu'il est intègre parce que les ...**1**... rendent les nerfs inexcitables. Toute intensité de stimulation supérieure ou égale à la ...**2**... ou intensité seuil, appliquée au nerf , engendre un potentiel d'action (PA). Le temps pendant lequel il faut appliquer un courant pour obtenir une réponse du nerf est appelé ...**3**.... La ...**4**... est le temps nécessaire pour qu'un courant d'intensité égale au double de la rhéobase soit efficace. Toute stimulation d'intensité inférieure à la rhéobase est une ...**5**... inefficace. Par contre, toute stimulation d'intensité supérieure à la rhéobase est une stimulation supraliminaire. Lorsqu'on excite une fibre nerveuse avec une stimulation d'intensité égale ou supérieure à la rhéobase, on obtient un PA d'amplitude ...**6**...
La fibre nerveuse obéit à la ...**7**.... Lorsqu'on porte au nerf des stimulations ...**8**..., on enregistre des PA dont l'amplitude augmente jusqu'à un optimum qui demeure constant parce qu'à mesure que l'intensité de stimulation augmente, un nombre de plus en plus grand de ...**9**... est recruté. L'amplitude demeure constante lorsque toutes les fibres nerveuses sont recrutées : c'est la ...**10**...

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :

anesthésiques ; rhéobase ; loi du tout ou rien ; d'intensités croissantes ; stimulation infraliminaire ; d'emblée maximale ; chronaxie ; sommation ; fibres nerveuses ; temps utile**.**

6 Les affirmations ci-dessous sont relatives au fonctionnement du nerf.

1- Une synapse permet le passage de l'influx nerveux d'une structure nerveuse à une autre.

2- La dépolarisation est due à une entrée massive d'ions Na^{+} dans l'axoplasme.

3- La membrane de la fibre nerveuse est chargée négativement à l'extérieur et positivement à l'intérieur.

4- La repolarisation est due à une sortie prononcée massive d'ions Na^{+} de l'axoplasme.

5- Une fibre nerveuse répond à toute stimulation efficace par un PA d'emblée maximale.

6- L'augmentation de l'intensité de stimulation n'a aucun effet sur la fibre nerveuse.

7- Les nœuds de Ranvier favorisent la propagation rapide de l'influx nerveux dans les fibres myélinisées.

8- La fréquence des stimulations n'a aucun effet sur la fibre nerveuse.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

SPÉCIMEN

7 Les séries de propositions ci-dessous sont relatives au fonctionnement du nerf.

1- Les synapses inhibitrices :

a- ont pour médiateur chimique l'acétylcholine ;
b- génèrent un PPSE dans la membrane postsynaptique ;
c- cessent de fonctionner dès que le médiateur chimique est détruit par l'acétylcholinestérase ;
d- ont pour médiateur chimique le GABA ;

2- Les synapses excitatrices :

a- ont pour médiateur chimique l'acétylcholine ;
b- génèrent un PPSI dans la membrane postsynaptique ;
c- fonctionnent dès que le médiateur chimique estdétruit par l'acétylcholinestérase ;
d- ont pour médiateur chimique le GABA ;

4- La dépolarisation est engendrée par une entrée :

a- d'ions K^+ dans l'axoplasme ;
b- d'ions Na^+ dans l'axoplasme ;
c- d'ions Cl^- dans l'axoplasme ;
d- d'ions Ca^{2+} dans l'axoplasme ;

5- La repolarisation est engendrée par une sortie :

a- d'ions K^+ dans l'axoplasme ;
b- d'ions Na^+ dans l'axoplasme ;
c- d'ions Cl^- dans l'axoplasme ;
d- d'ions Ca^{2+} dans l'axoplasme.

Relève, dans chaque série, la proposition juste, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif au fonctionnement du nerf.

Le tissu nerveux est l'ensemble des nerfs dont chacun est constitué de faisceaux de ...**1**... de diamètres différents. Lorsqu'on porte une excitation efficace au nerf, il répond par une perturbation qui génère un ...**2**.... On dit alors que le nerf est ...**3**.... La réponse donnée par le nerf peut être enregistrée sur l'écran d'un oscilloscope cathodique. Lorsqu'on enfonce l'une des électrodes réceptrices à l'intérieur de la fibre nerveuse vivante alors que l'autre est maintenue en surface, en l'absence de stimulation, on enregistre un ...**4**... qui montre qu'au repos, la membrane de la fibre nerveuse est chargée ...**5**... à l'extérieur et négativement à l'intérieur. La phase de ...**6**... du PA est engendrée par une entrée massive ...**7**... dans l'axoplasme tandis que la phase de repolarisation du PA est due à une sortie ...**8**... de l'axoplasme. Lorsqu'on porte des stimulations d'intensités croissantes sur un nerf, l'amplitude du potentiel d'action augmente avec l'intensité des excitations : c'est le phénomène de ...**9**... , mais au niveau de la fibre nerveuse, cette amplitude est ...**10**... lorsque le seuil d'excitation est atteint : la fibre nerveuse obéit à la ...**11**...

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : d'ions K^+ ; positivement ; « loi du tout ou rien » ; fibres nerveuses ; dépolarisation ; d'emblée maximale ; influx nerveux ; excitable ; sommation ; d'ions Na+ ; potentiel de membrane.

SPECIMEN

1 À la fin de la leçon sur les propriétés du tissu nerveux, un professeur des Sciences de la Vie et de la Terre donne un exercice à traiter à la maison, en vue de vérifier la maîtrise des habiletés installées. L'exercice est ainsi libellé.

« L'intensité étant maintenue constante, une excitation efficace est portée sur deux fibres nerveuses A et B à l'aide d'un dispositif expérimental approprié, puis on fait varier la durée de stimulation. Pour chaque stimulation, l'intensité électrique du courant nécessaire pour obtenir une réponse est déterminée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous ».

Durée d'excitation en ms		5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Intensité de stimulation en mA	fibre A	500	480	280	225	200	150	125	110	110	110	110	110	110	110
	fibre B	0	0	0	650	600	550	420	370	330	270	260	260	260	260

Éprouvant des difficultés à exploiter ces résultats, ton camarade, élève dans cette classe, sollicite ton aide.

1- Trace, dans un même repère, les courbes de la variation de l'intensité de stimulation.

Échelle : 1 cm ⟶ 50 ms

1 cm ⟶ 10 mA

2- Analyse les courbes.

3- Détermine les caractéristiques de chaque courbe.

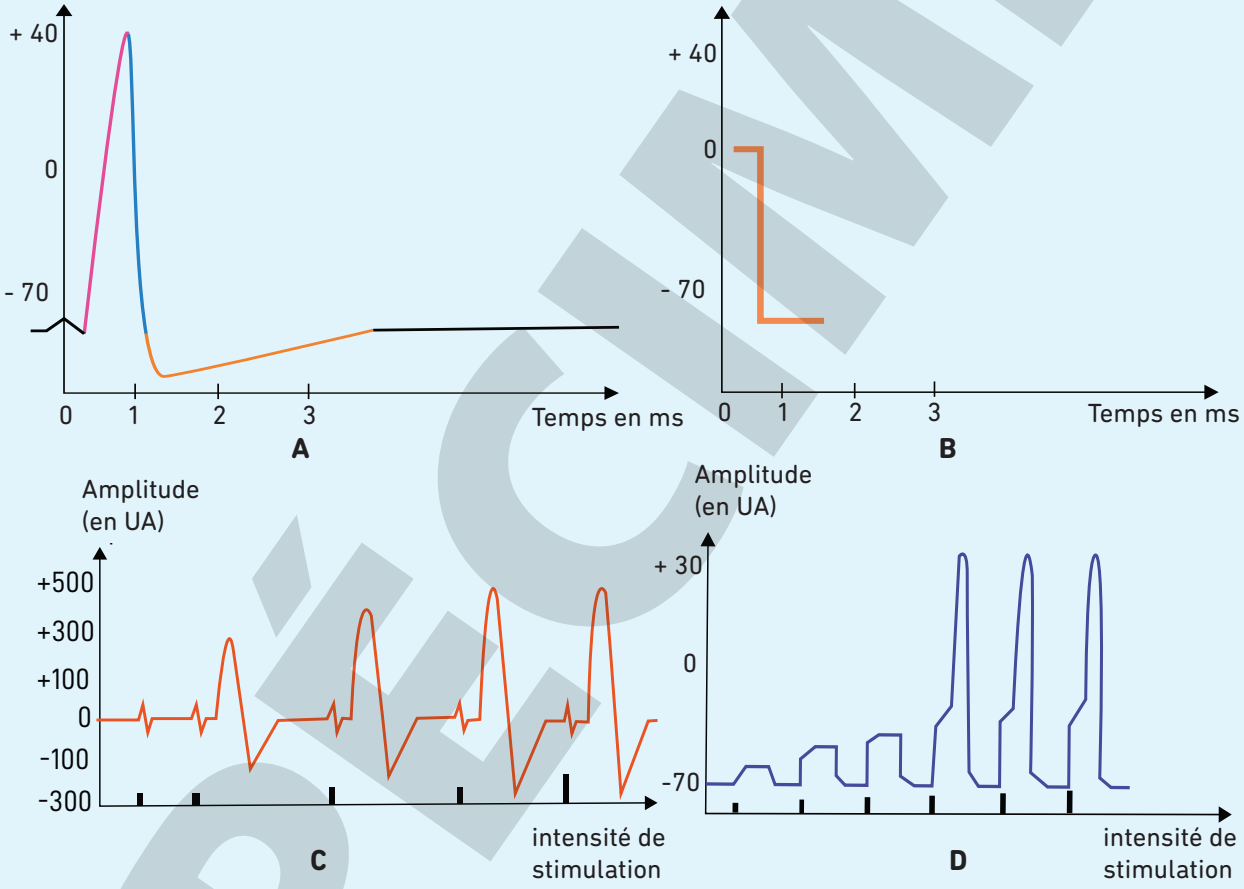
4- Déduis la fibre nerveuse la plus excitable.

2 Pendant une séance de cours, votre professeur fait une démonstration, pour mettre en évidence les propriétés du nerf. Il demande à chaque groupe de travail de passer observer les résultats sur le cadran de l'oscilloscope afin de schématiser les réponses du nerf avant et après une excitation efficace. Il vous remet la planche ci-après et demande à chaque groupe d'exploiter les résultats des expériences dont le protocole est décrit ci-dessous.

À l'aide d'un dispositif expérimental approprié, une microélectrode réceptrice est enfoncée à l'intérieur de la structure nerveuse (A). Une stimulation efficace est portée à la fibre nerveuse (B), puis des stimulations d'intensités croissantes sont portées respectivement au nerf (C), et à la fibre nerveuse (D).

SPÉCIMEN

Document 1



Document 2

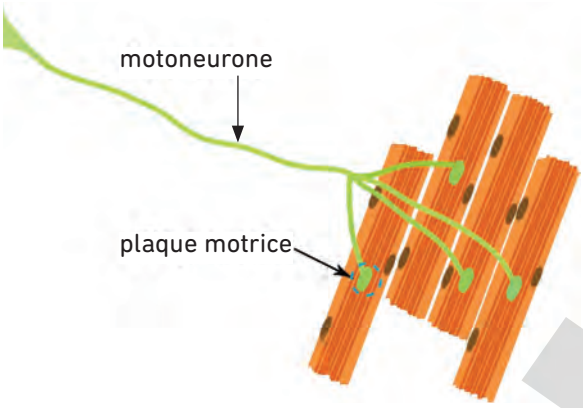
Éprouvant des difficultés à exploiter ces résultats, tu es désigné(e) par tes camarades pour les expliquer.

1- Nomme le dispositif du document 1 et les enregistrements du document 2.
2- Analyse les enregistrements du document 2.
3- Explique les enregistrements A, B et C du document 2 au plan ionique.
4- Déduis la nature du message nerveux.

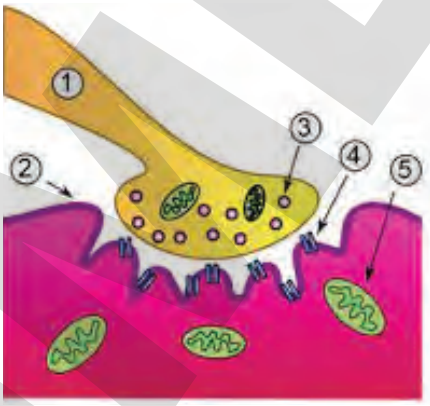
SPÉCIMEN

Un élève en classe de 3e regarde à la télévision un documentaire scientifique. Il entend le médecin, invité pour sensibiliser la population sur les bienfaits de la vaccination contre la poliomyélite, dire que les muscles fonctionnent quand ils sont stimulés par les nerfs et que la paralysie des membres inférieurs, causée par la poliomyélite est due au fait que le virus de cette maladie cible les nerfs qui innervent les muscles.

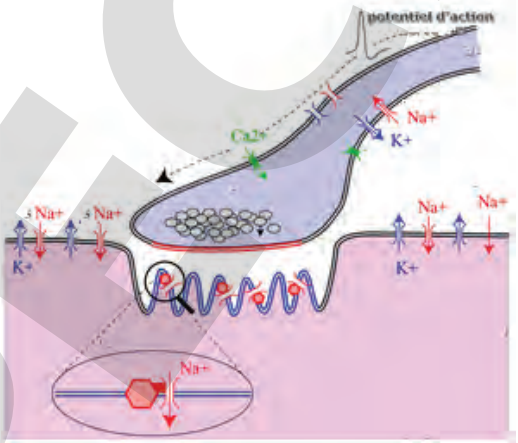
Non convaincu des propos du médecin, il te les rapporte puis te demande de l'aider à mieux comprendre la relation entre le nerf et le muscle. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour le convaincre.



Document 1 : innervation de fibres musculaires



Document 2 : état permanent de la plaque motrice chez un individu atteint de la poliomyélite



Document 3 : état de la plaque motrice en activité chez un individu sain

1- Explique les propos du médecin, en t'appuyant sur les documents appropriés.

2- Justifie la paralysie des membres inférieurs.

3- Déduis les bienfaits du vaccin.

SPÉCIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude du fonctionnement du tissu nerveux permet de connaître la structure du nerf, ses propriétés et les phénomènes chimiques qui se déroulent dans les fibres nerveuses. Elle permet d'identifier les facteurs qui influencent son bon fonctionnement, afin d'adopter des comportements susceptibles d'éviter les maladies neurodégénératives.

La poliomyélite

La poliomyélite est causée par le poliovirus, qui se transmet le plus souvent d'une personne à une autre par la voie fécale-orale. Cette situation peut se produire lorsque l'eau entre en contact avec les selles d'une personne infectée et n'est pas correctement traitée. Elle est très contagieuse, car elle se transmet par les selles ou les sécrétions venant du nez et de la gorge d'une personne infectée. Le virus de la poliomyélite peut également être attrapé en buvant de l'eau ou en mangeant des aliments contaminés.

Des individus atteints de la poliomyélite

La poliomyélite se manifeste d'abord par des symptômes de type grippal (fièvre, fatigue, céphalées) pouvant s'accompagner de vomissements, raideur de la nuque et douleurs dans les membres. Une paralysie irréversible (le plus souvent des jambes) survient chez une personne infectée sur 200 environ. La paraplégie se caractérise par une paralysie partielle ou complète des membres inférieurs du corps. Elle est généralement causée par une lésion ou un dysfonctionnement de la moelle épinière. La prévention est la seule solution. Le vaccin antipoliomyélitique, administré à plusieurs reprises, peut protéger un enfant à vie. Deux vaccins sont disponibles : le vaccin antipoliomyélitique oral et le vaccin antipoliomyélitique inactivé.

Une vaccination contre la poliomyélite

SPÉCIMEN

Le tétanos

Le tétanos est une maladie grave. Elle est causée par une bactérie qui vit principalement dans la boue, la poussière et le sol. Cette bactérie est aussi présente dans les excréments des animaux et des humains, et parfois dans la salive. Elle se manifeste par des crampes au niveau des mâchoires ou incapacité à ouvrir la bouche, des spasmes musculaires soudains et douloureux, souvent dans le dos, l'abdomen et les extrémités, des difficultés à avaler, des convulsions et des maux de tête.

Une vaccination contre le tétanos

Pour être protégé contre le tétanos tout au long de la vie, l'OMS recommande de recevoir 6 doses (une première série de 3 doses et 3 doses de rappel) de vaccin contenant l'anatoxine tétanique.

Les maladies neurodégénératives

Les maladies neurodégénératives les plus connues sont l'Alzheimer, la maladie de Parkinson et la maladie à corps de Lewy, la maladie de Huntington, la maladie de Charcot. Les troubles neurodégénératifs entraînent une détérioration des nerfs et des tissus du cerveau au fil du temps. Elles provoquent la dégénérescence des mouvements comme les tremblements au repos ou la rigidité musculaire, des insomnies, des troubles alimentaires et des problèmes urinaires.

La maladie d'Alzheimer est une maladie neurodégénérative qui affecte principalement la mémoire, mais également d'autres fonctions cognitives, liées par exemple au langage, au raisonnement, à l'apprentissage.

Pour les éviter, il faut adopter un régime alimentaire sain en consommant des fruits et légumes au quotidien et en évitant la surconsommation d'aliments riches en graisse saturée.

Un individu atteint de l'Alzheimer

SPECIMEN

Leçon

3

LE FONCTIONNEMENT DU MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- déterminer les aspects mécaniques de la contraction musculaire et les phénomènes qui accompagnent la contraction musculaire ;
- annoter les schémas de la coupe transversale du muscle et de l'ultrastructure de la fibre musculaire ;
- expliquer le mécanisme de la contraction musculaire et les différentes voies métaboliques intervenant dans la restauration de l'ATP utilisé lors de la contraction ;
- schématiser un sarcomère en activité et un sarcomère au repos.

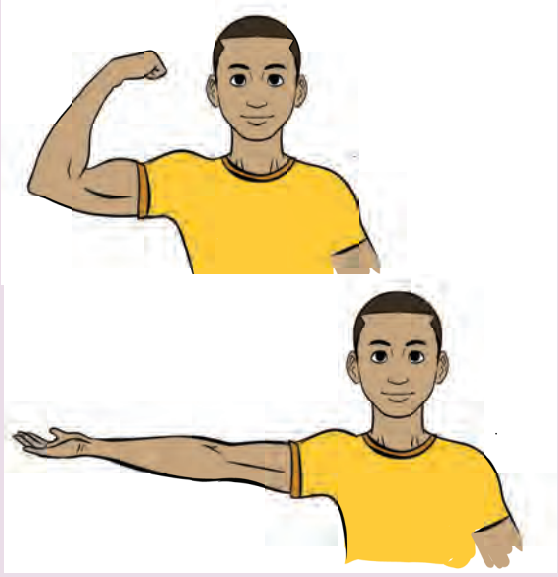
Tes prérequis

Le corps humain est constitué de plusieurs muscles. On distingue les muscles lisses (viscères du tube digestif), le muscle strié cardiaque et les muscles striés squelettiques rattachés aux os. Les muscles striés squelettiques sont des organes de locomotion.

Situation d'apprentissage

Lors d'une séance d'Éducation Physique et Sportive (EPS), le professeur demande aux élèves d'une classe de terminale D de votre établissement d'effectuer les mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras par rapport au bras. Les élèves remarquent que le biceps se raccourcit puis retrouve sa longueur initiale au moment où le triceps se raccourcit.

Désireux de comprendre le fonctionnement du biceps et du triceps, qualifiés de muscles striés squelettiques par leur professeur d'EPS, ils décident, dès leur retour en classe, d'identifier le dispositif qui permet d'enregistrer le fonctionnement du muscle, de connaître sa structure, de déterminer l'influence de l'intensité et de la fréquence des stimuli sur son fonctionnement, d'expliquer le mécanisme de son fonctionnement, de déterminer les phénomènes qui accompagnent son fonctionnement et de déterminer les voies de renouvellement de l'énergie nécessaire à son fonctionnement.



SPECIMEN

LA RÉPONSE DU MUSCLE À UNE SEULE EXCITATION

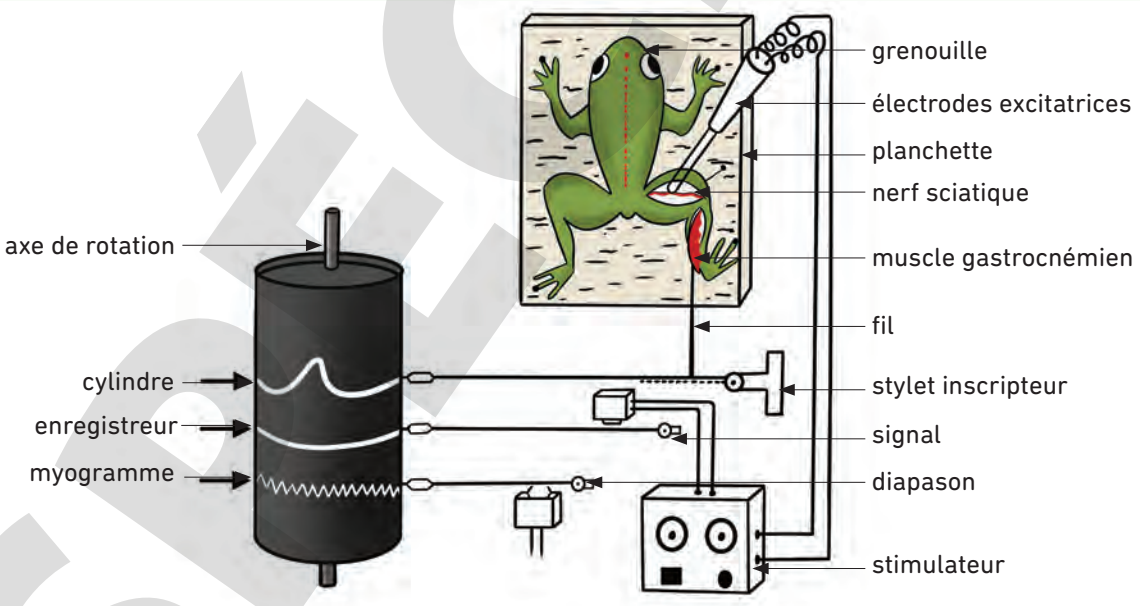
LE DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE ET LA RÉPONSE DU MUSCLE À UNE EXCITATION

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la réponse du muscle à une excitation.***
- ***Décris le dispositif et le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer les propriétés du muscle strié squelettique, l'expérience ci-dessous est réalisée à l'aide d'un dispositif expérimental appelé myographe (document 1).
Le myographe est constitué d'une planchette sur laquelle est déposée une grenouille décérébrée et démédullée dont le muscle gastrocnémien et le nerf sciatique sont isolés après une dissection. Le tendon d'Achille reliant le muscle à l'os de la patte est sectionné, puis relié par un fil au stylet inscripteur, d'un circuit électrique d'excitation comportant un générateur, deux électrodes excitatrices et un interrupteur qui permet de porter au nerf sciatique isolé ou au muscle, des stimulations d'intensité et de fréquence variable, d'un stylet inscripteur qui trace les variations de l'activité musculaire (réponses du muscle) sur le papier enduit du noir de fumée, enroulé sur le cylindre enregistreur qui tourne à une vitesse constante autour du même axe, d'un signal électrique qui indique le moment précis où l'excitation est portée au nerf et d'un diapason électrique qui permet de déterminer la durée de la réponse du muscle à une excitation.



Document 1 : le myographe

Une stimulation efficace est portée au nerf sciatique isolé et la réponse du muscle est enregistrée sur le papier enduit du noir de fumée, enroulé sur le cylindre enregistreur.

Le résultat de l'expérience est représenté par le tracé du document 2.

SPÉCIMEN

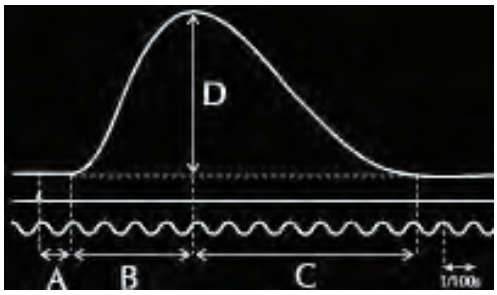


Figure 1 : enregistrement de la réponse du muscle à une seule excitation efficace

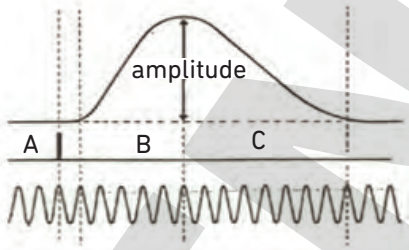


Figure 2 : réponse du muscle à une seule excitation efficace

Document 2 : réponse du muscle à une stimulation

Activité 2

- ***Observe le schéma et les figures des documents 1 et 2.***
- ***Analyse les résultats de l'expérience.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Le **myographe** permet de caractériser, en fonction du temps (millisecondes ou secondes), la force développée (en newtons) par une fibre musculaire, par un groupe de fibres musculaires, ou par un muscle entier. Le tracé enregistré sur le cylindre enregistreur correspondant à la réponse du muscle à une stimulation efficace est appelé le **myogramme**.

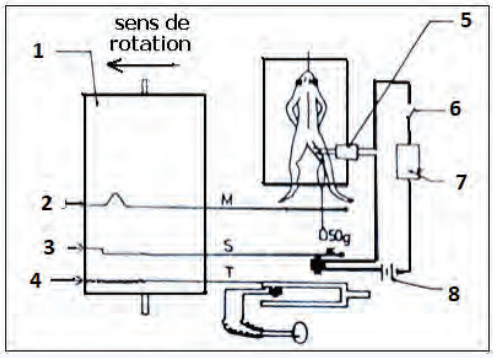
Lorsqu'on porte une seule stimulation efficace sur le nerf, le muscle donne une réponse appelée secousse isolée (document 2). Le muscle est donc **excitable**.

Une **secousse musculaire isolée** comporte trois phases dont le temps de latence (A), la phase de contraction (B) et la phase de relâchement (C). Le **temps de latence** est le temps mis par l'influx nerveux pour déclencher le phénomène mécanique comportant la **phase de contraction** (rapide et active) caractérisée par le raccourcissement du muscle et la **phase de relâchement** (lente et passive) au cours de laquelle le muscle retrouve sa longueur initiale. Le raccourcissement du muscle pendant la phase de contraction et le retour à sa longueur initiale pendant la phase de relâchement montrent que le muscle est **contractile** et **élastique.**

Vérifie tes acquis

Le document ci-contre présente le dispositif d'enregistrement de la contraction musculaire.

Associe chacun des mots et groupes de mots suivants au chiffre du schéma qui convient : électrodes excitatrices ; cylindre enregistreur ; interrupteur ; myogramme ; stimulateur ; instant de l'excitation ; générateur.



SPECIMEN

L'INFLUENCE DE L'INTENSITÉ ET LA FRÉQUENCE DES EXCITATIONS SUR LA RÉPONSE DU MUSCLE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de l'influence de l'intensité et de la fréquence des excitations sur la réponse du muscle.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer l'influence de l'intensité et de la fréquence des stimulations sur la contraction musculaire, les expériences suivantes sont réalisées :

- plusieurs excitations d'intensités croissantes sont portées sur le nerf sciatique (figure 3).
- deux excitations de même intensité espacées, rapprochées et très rapprochées sont portées sur le nerf sciatique (figures 5, 6 et 7).
- plusieurs excitations de même intensité rapprochées et très rapprochées sont portées sur le nerf sciatique (figures 8 et 9).

Les résultats obtenus sont représentés par les tracés des figures des documents 3 ; 4 et 5.

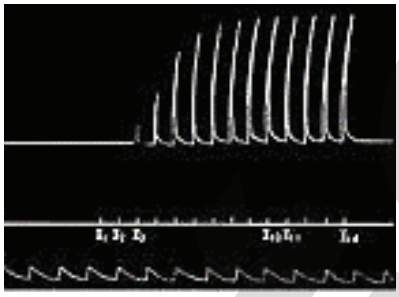


Figure 3 : phénomène de sommation

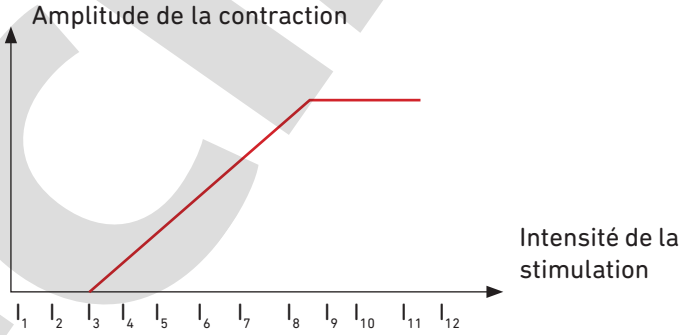


Figure 4 : courbe de l'amplitude de la contraction en fonction de l'intensité des excitations

Document 3 : réponse du muscle à des excitations d'intensités croissantes

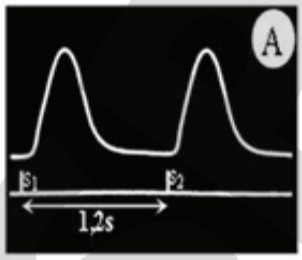


Figure 5 : deux secousses isolées

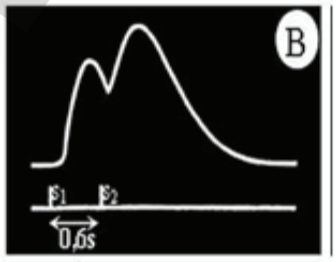


Figure 6 : fusion incomplète de deux secousses

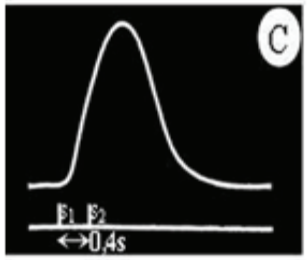


Figure 7 : fusion complète de deux secousses

Document 4 : réponses du muscle à deux excitations efficaces successives de même intensité

SPECIMEN

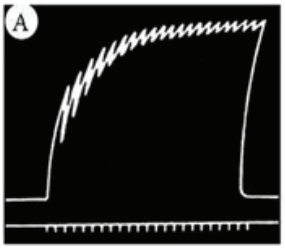


Figure 8 : réponse du muscle à des excitations rapprochées

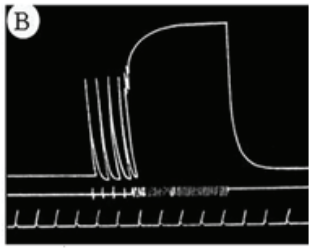


Figure 9 : réponse du muscle à des excitations très rapprochées

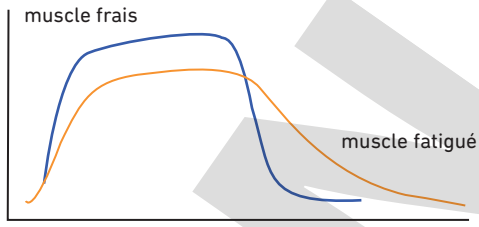


Figure 10 : myogrammes du muscle frais et du muscle fatigué

Document 5 : réponses du muscle à plusieurs stimulations de même intensité de fréquences variées

Activité 2

- ***Observe les figures des documents 3 ; 4 et 5.***
- ***Analyse les tracés des documents 3 ; 4 et 5.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Lorsque plusieurs **stimulations d'intensités croissantes** ($I_1<I_2<I_3....<I_{12}$) sont portées sur le nerf sciatique (document 3), les deux premières excitations d'intensités I_1 et I_2 ne provoquent pas de réponse. Ces excitations sont inefficaces. L'excitation d'intensité I_3 permet d'enregistrer une réponse d'amplitude minimale : c'est le **seuil d'excitabilité** du muscle.

À partir de I_3 jusqu'à I_9, l'amplitude des réponses du muscle augmente progressivement avec les intensités de stimulations, car au fur et à mesure que l'intensité des stimulations augmente, un nombre croissant de fibres musculaires est recruté.

Au-delà de I_9, l'amplitude de la réponse reste maximale et constante, car toutes les fibres musculaires sont recrutées : c'est **le phénomène de sommation.**

La réponse musculaire suite à deux excitations efficaces successives de même intensité varie en fonction du temps séparant les deux excitations.

Lorsque les deux stimulations sont suffisamment séparées (1,2s), deux secousses musculaires isolées de même amplitude sont enregistrées (figure 5). Par contre, si les deux excitations sont rapprochées (0,6s) et que la deuxième excitation intervient pendant la phase de relâchement, l'amplitude de la deuxième contraction musculaire enregistrée est supérieure à celle de la première excitation : c'est **la fusion incomplète** des deux secousses (figure 6). De même, si les deux excitations sont très rapprochées (0,4s) et que la deuxième excitation intervient pendant la phase de contraction du muscle, les deux secousses fusionnent complètement en une seule secousse d'amplitude plus grande : c'est **la fusion complète** des deux secousses (figure 7).

Lorsque plusieurs excitations rapprochées (15 stimulations/s) sont portées sur un muscle, le myogramme enregistré présente une partie ascendante en escalier ou ondulée (figure 8) ; cela montre que chaque nouvelle excitation intervient pendant la phase de relâchement du muscle : c'est **le tétanos imparfait**. Si la fréquence des excitations est très élevée (25 stimulations/s), le myogramme enregistré présente alors une phase ascendante continue suivie d'un plateau rectiligne de plus grande amplitude (figure 9), car chaque nouvelle excitation

SPECIMEN

intervient pendant la phase de contraction du muscle : c'est **le tétanos parfait** engendré par une fusion complète des secousses.
Lorsqu'on porte une série de stimulations de même intensité sur le muscle gastrocnémien pendant une durée très longue, le muscle se fatigue. Le myogramme du muscle fatigué montre une diminution progressive de l'amplitude des secousses musculaires avec une augmentation de la durée de relâchement : c'est **la fatigue musculaire** (figure 10).

Vérifie tes acquis

Le texte lacunaire ci–dessous est relatif à la réponse du muscle suite à une série d'excitations.

La réponse du muscle à la suite d'une ou de plusieurs excitations est fonction de l'intensité et de la fréquence des stimulations. L'excitation efficace et unique du muscle à l'aide du myographe permet d'enregistrer un myogramme appelé ...**1**.... comportant, après le temps de latence, la phase de ...**2**.... suivie de la phase de ...**3**..... Lorsqu'on augmente l'intensité d'excitation, ...**4**.... des myogrammes augmente également jusqu'à atteindre sa valeur maximale. Lorsque la fréquence des excitations est moins élevée de telle sorte que chaque excitation se produit pendant la phase de relâchement de la secousse relative à l'excitation précédente, on obtient un myogramme avec ...**5**.... ou souvent en dents de scie appelé ...**6**.... due à une ...**7**.... des secousses. Lorsque les excitations sont très rapprochées de telle sorte que chaque excitation se produit pendant la phase de contraction de la secousse relative à l'excitation précédente, le myogramme obtenu présente un ...**8**.... avec une ...**9**.... des secousses appelée ...**10**.....

Complète le texte avec les mots ou groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : tétanos imparfait ; contraction ; fusion complète ; un plateau sinueux ; relâchement ; tétanos parfait ; secousse musculaire isolée ; fusion incomplète ; l'amplitude ; plateau rectiligne.

LES STRUCTURES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE

LA STRUCTURE DU MUSCLE ET DE LA FIBRE MUSCULAIRE

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à la structure du muscle et de la fibre musculaire.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

Dans le but d'identifier la structure du muscle, une coupe de muscle squelettique frais et un muscle ayant séjourné dans du formol à 10%, dilaté à l'aide d'une aiguille, sont observées au microscope.
Les résultats des observations sont représentés par les documents 6 ; 7 ; 8 et 9.

SPÉCIMEN

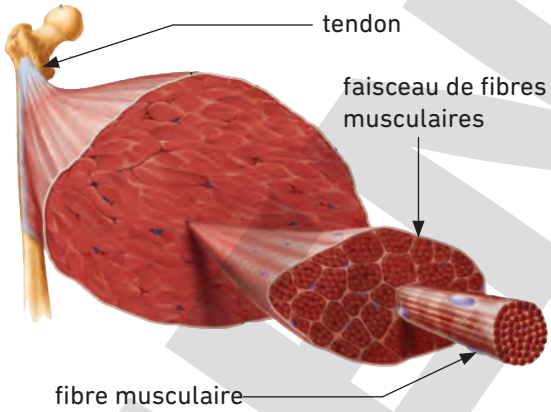


Figure 11 : coupe du muscle squelettique frais

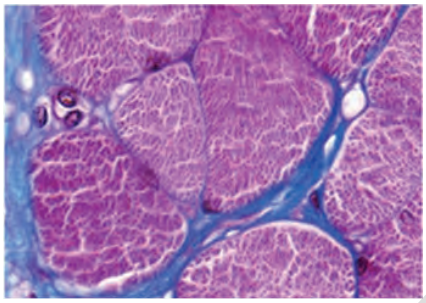


Figure 12 : microphotographie du muscle squelettique en coupe transversale

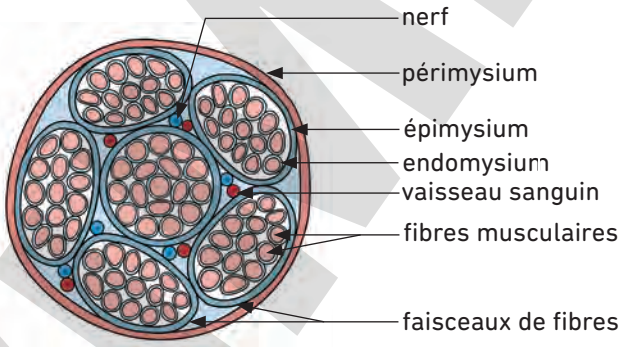
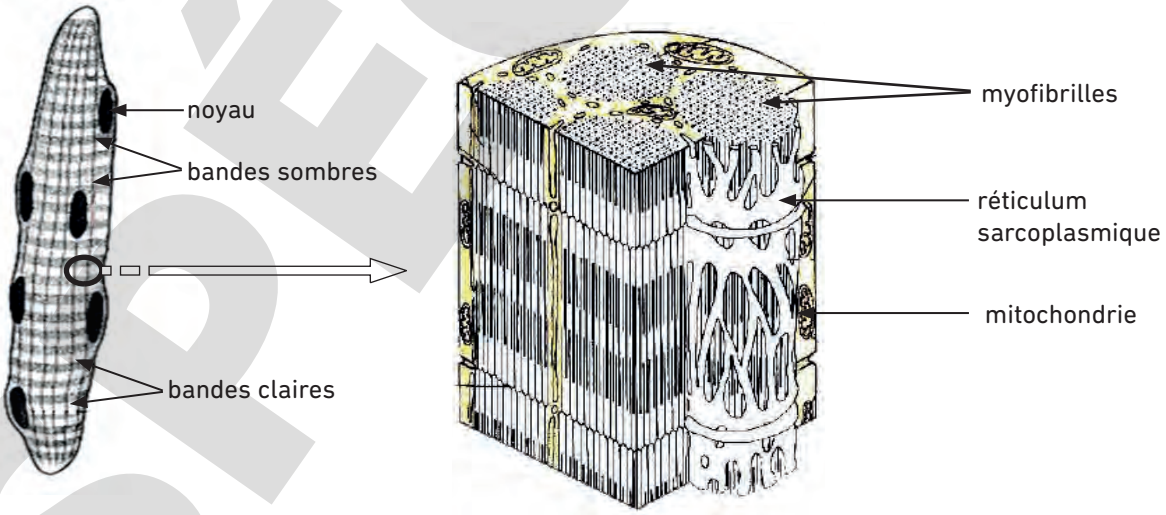


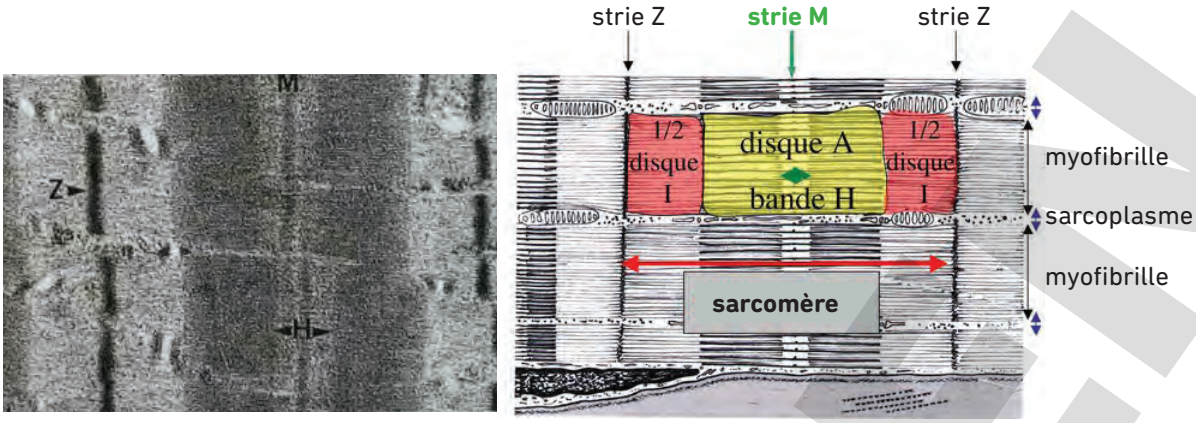
Figure 13 : schéma de la coupe transversale du muscle squelettique

Document 6 : structure du muscle squelettique

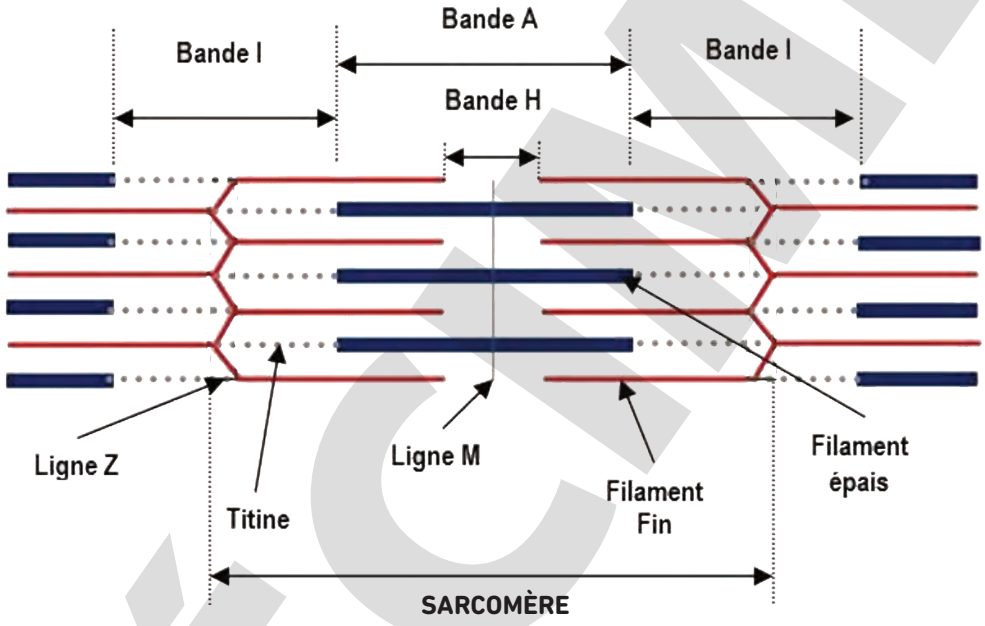


Document 7 : ultrastructure d'une fibre musculaire

SPÉCIMEN



Document 8 : ultrastructure d'une myofibrille



Document 9 : schéma du sarcomère

Activité 2

- ***Observe les figures des documents 6 ; 6 ; 8 et 9.***
- ***Décris les structures du muscle squelettique et de la fibre musculaire.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

La coupe transversale du muscle (document 6) montre que celui-ci est constitué de **fibres musculaires**, entourées par l'**endomysium** (tissu conjonctif). Les fibres musculaires sont regroupées en faisceaux entourées par le **périmysium** (tissu conjonctif). Les faisceaux sont séparés par des cloisons conjonctives parcourues par des vaisseaux sanguins et des nerfs. Le muscle est limité par une enveloppe conjonctive appelée l'**épimysium**.

La fibre musculaire (document 7) est une **cellule géante** renfermant **plusieurs noyaux**. Elle est constituée d'une membrane appelée **sarcolemme** et d'un cytoplasme appelé **sarcoplasme**

SPÉCIMEN

contenant des mitochondries, des appareils de Golgi, des ribosomes, des réticulums endoplasmiques, des myofibrilles groupées en faisceaux. Le réticulum endoplasmique lisse (REL) a la propriété d'accumuler de grandes quantités de calcium. Il est très développé dans la fibre musculaire et il s'infiltre entre les myofibrilles.

Chaque **myofibrille** est composée de deux types de filaments ou myofilaments que sont les **filaments fins d'actine** et les **filaments épais de myosine**.

La myofibrille est constituée d'une succession d'unités structurales appelées **sarcomères**.

Les sarcomères successifs sont réunis au niveau de la strie Z située au milieu de la bande claire. Deux stries Z consécutives délimitent un sarcomère.

Le sarcomère est composé d'une alternance de **bande claire** (ou bande I ou disque I) et d'une **bande sombre** (ou bande A ou disque A).

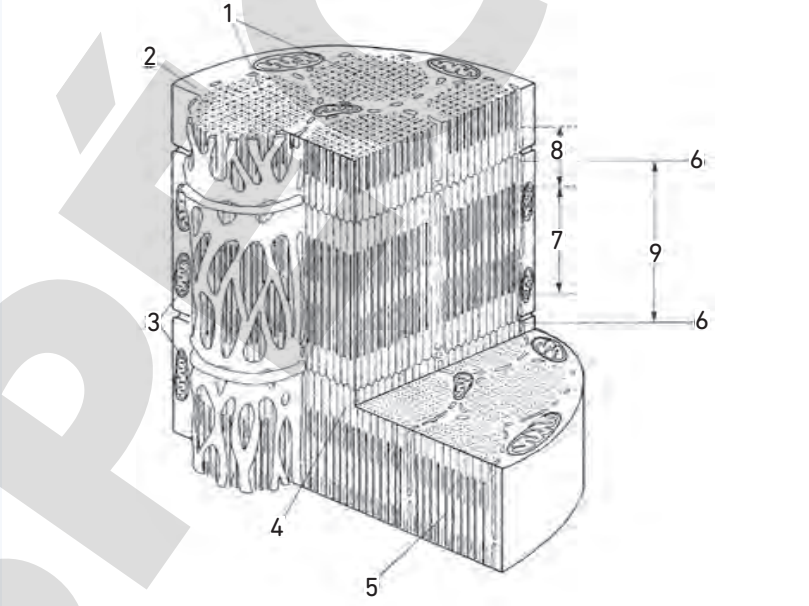
Au centre de la bande sombre, se trouve une zone plus claire appelée **bande H** uniquement constituée de filament épais de myosine.

Le muscle squelettique est un ensemble de fibres musculaires constituées d'une alternance de bandes claires et de bandes sombres donnant la structure striée au muscle.

Vérifie tes acquis

Le schéma ci-après, les mots et les groupes de mots ci-dessous sont relatifs à l'ultrastructure de la fibre musculaire.

réticulum lisse ;
myofibrille ;
disque A sombre ;
sarcoplasme ;
sarcomère ;
filament de myosine ;
strie Z ;
mitochondrie ;
disque I clair ;
filament d'actine.



Associe chaque chiffre du schéma au mot ou groupe de mots qui convient.

SPÉCIMEN

LE FONCTIONNEMENT DU SARCOMÈRE

Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux états du sarcomère au repos et en activité ainsi qu'à son fonctionnement.*
- *Relève les résultats de l'observation.*

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer le mécanisme de contraction du muscle squelettique, des sarcomères au repos et en activité sont observés au microscope.
Les résultats des observations sont représentés par les documents 10 et 12.

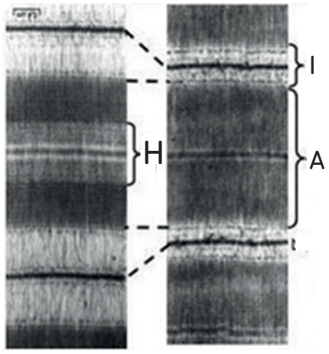
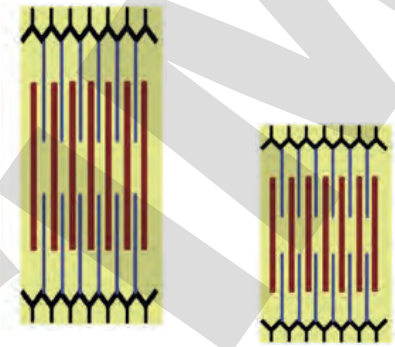


Figure 14 : microphotographie du sarcomère au repos et en activité

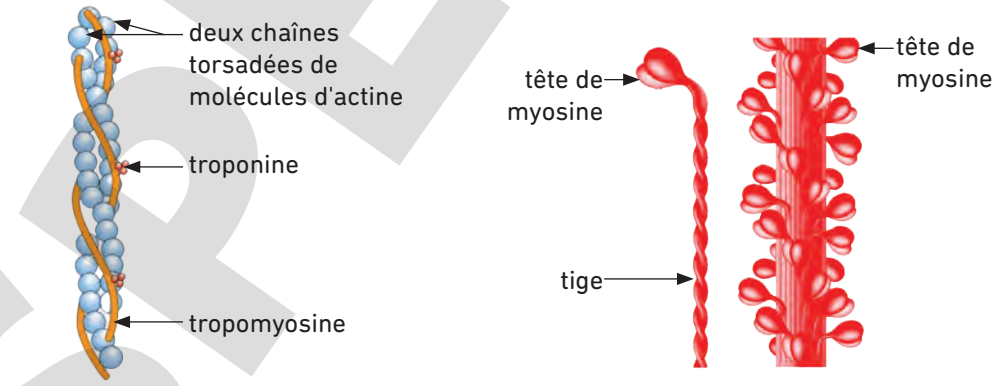


a : sarcomère au repos

b : sarcomère contracté

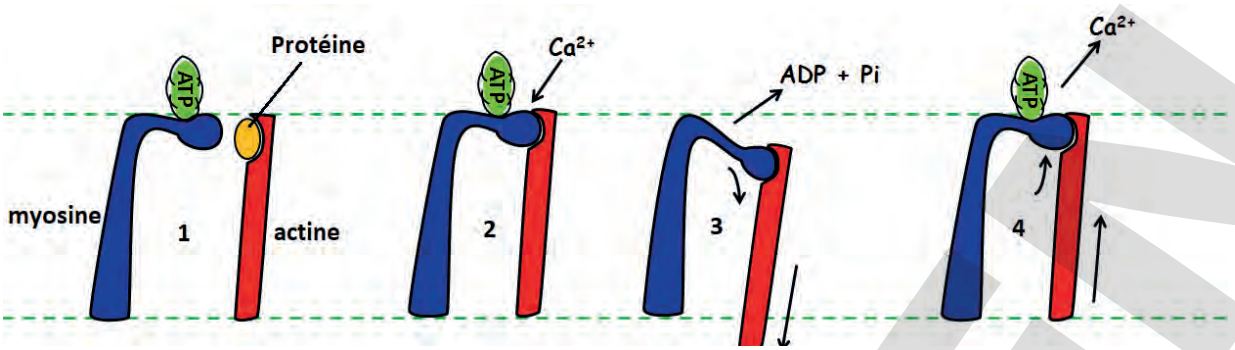
Figure 15 : schémas montrant les états du sarcomère au repos et en activité

Document 10 : états du sarcomère au repos et en activité



Document 11 : structure moléculaire des myofilaments d'actine et de myosine

SPÉCIMEN



Repos	Contraction		Relâchement
• l'actine et la myosine sont séparés • les sites de fixation sont masqués par une protéine • l'ATP est fixée sur la tête de myosine	• la sortie des ions Ca^{2+} vers le sarcoplasme • démasquage des sites de fixation • fixation des têtes de myosine sur lactine : attachement et formation d'un complexe actine-myosine	• hydrolyse de l'ATP • pivotement des têtes de myosine • glissement d'actine par rapport a la myosine	• fixation de l'ATP sur les têtes de myosine • séparation de l'actine de la myosine et masquage des sites de fixation • redressement des têtes de myosine et retour de l'actine à la position initiale • retour de ions Ca^{2+} vers les citernes des réticulums sarcoplasmique

Document 12 : étapes de la contraction musculaire

Activité 2

- ***Observe les documents 10 ; 11 et 12.***
- ***Compare les sarcomères au repos et en activité.***
- ***Identifie les acteurs de la contraction musculaire.***
- ***Explique le mécanisme de la contraction musculaire.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Le sarcomère en état de relâchement et en état de contraction (document 10) montre qu'au cours de la contraction, la longueur du sarcomère contracté diminue, les bandes claires (bande H et bande I ou disque claire) se rétrécissent alors que la longueur du disque A (ou bande sombre) reste constante.

La **diminution de la bande H** est due au rapprochement des stries Z suite au **glissement des filaments fins d'actine** entre les filaments épais de myosine durant la **contraction**, d'où le **raccourcissement** du sarcomère.

Le glissement des filaments d'actine entre les filaments épais de myosine est provoqué par les interactions cycliques entre les têtes de myosine et les filaments d'actine en présence des ions calcium et d'ATP (document 12).

En effet, au repos (étape 1), les filaments d'actine et de myosine restent séparés, car une protéine musculaire appelée la **tropomyosine** masque partiellement les sites d'attachement de l'actine à la myosine. Suite à une excitation efficace, le potentiel d'action transmis par la

SPECIMEN

fibre nerveuse à la fibre musculaire se propage dans le sarcolemme. Il parvient au réticulum endoplasmique qui libère des ions Ca^{2+} entre les myofilaments. Certains ions Ca^{2+} se fixent sur la troponine (protéine musculaire) qui se déforme en repoussant la tropomyosine, libérant ainsi les sites d'attachement actine-myosine. Les molécules d'ATP se fixent ensuite sur les têtes de myosine qui se déforment et se fixent à leur tour aux sites d'attachement actine-myosine libérés pour former le complexe acto-myosine : c'est la **phase d'attachement** (étape 2). Les ions Ca^{2+} activent la myosine qui se comporte comme une enzyme : l'ATPase. En présence d'ions magnésium (Mg^{2+}), la myosine activée par l'actine hydrolyse l'ATP qui libère du phosphate inorganique (Pi) et produit de l'énergie selon la réaction suivante :

$$ATP \longrightarrow ADP + Pi + Énergie$$

Le phosphate inorganique se fixe sur la myosine provoquant sa déformation et le pivotement de la tête de myosine vers le centre du sarcomère, entraînant le glissement des filaments d'actine entre les filaments de myosine : c'est la **phase de glissement** ou de **pivotement** (étape 3). À la suite de ce mouvement, la bande claire ou H se rétrécit, le sarcomère se raccourcit, et par conséquent, la longueur de la fibre musculaire diminue, d'où sa contraction.

Après la phase de contraction, les ions Ca^{2+} sont réabsorbés de façon active par le réticulum endoplasmique et une nouvelle molécule d'ATP se fixe sur les têtes de myosines. Cela entraine le détachement des filaments d'actine des têtes de myosines : c'est la **phase de détachement** ou de **relaxation** entraînant le retour à l'état initial du sarcomère qui est un phénomène purement passif (étape 4).

La contraction musculaire se fait selon un mécanisme qui se déroule en trois étapes précédées par une phase de repos.

Vérifie tes acquis

Les étapes ci-dessous présentées dans le désordre sont celles du mécanisme de la contraction musculaire.

1 - Glissement des filaments d'actine vers le centre du sarcomère.
2 - Fixation d'une nouvelle molécule d'ATP sur la tête de myosine.
3 - Formation des ponts actomyosine.
4 - Arrivée de l'influx nerveux.
5 - Libération du Ca^{2+} par le réticulum sarcoplasmique.
6 - Déplacement de tropomyosine par la troponine.
7 - Pivotement des têtes de myosine grâce à l'énergie issue de l'hydrolyse de l'ATP.

Range ces étapes dans l'ordre chronologique, en utilisant les chiffres.

LES PHÉNOMÈNES QUI ACCOMPAGNENT LA CONTRACTION MUSCULAIRE

LES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES, THERMIQUES ET CHIMIQUES DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE.

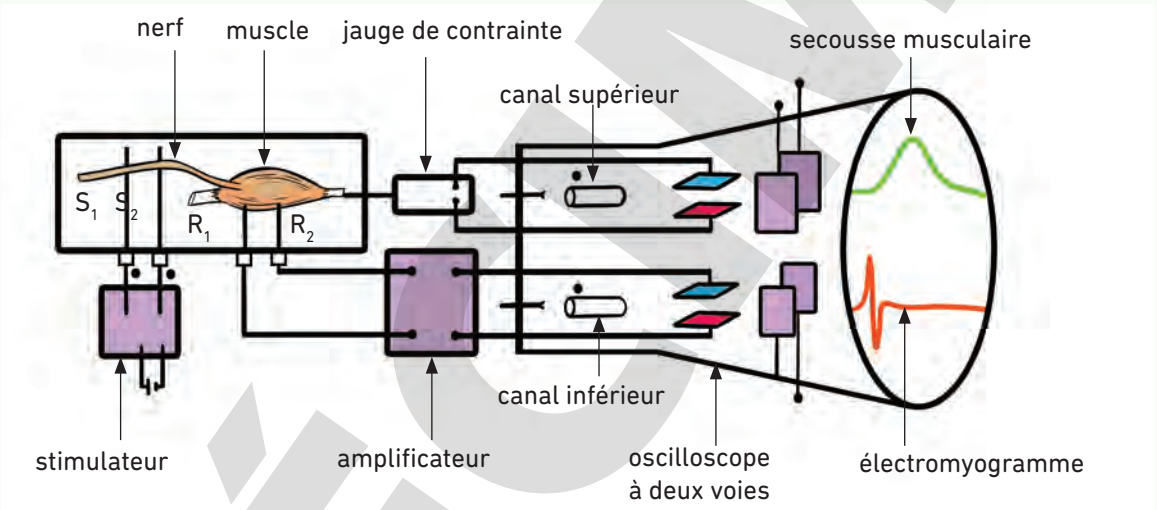
SPÉCIMEN

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence des phénomènes électriques, thermiques et chimiques de la contraction musculaire.***
- ***Décris dispositif et le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer les phénomènes électriques, thermiques et chimiques qui accompagnent l'activité musculaire, les expériences ci-dessus sont réalisées.
Un muscle gastrocnémien de grenouille fraîchement prélevé est allongé dans une cuve munie d'électrodes impolarisables en argent. Deux électrodes excitatrices reliées au circuit d'excitation sont appliquées au nerf sciatique et deux électrodes réceptrices reliées à l'oscilloscope à deux canaux par l'intermédiaire de l'amplificateur sont posées sur le muscle. L'une des électrodes réceptrices est placée à la surface et l'autre sur une partie fraîchement coupée. Une excitation efficace est portée ensuite au nerf sciatique et les réponses électriques et mécaniques sont visualisées grâce à l'oscilloscope (document 13).

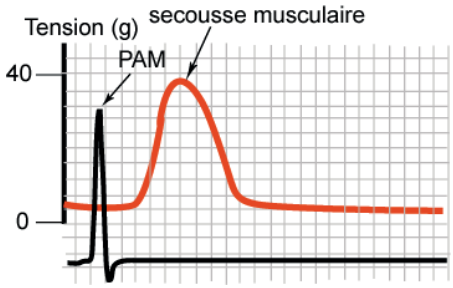


Document 13 : dispositif d'enregistrement des phénomènes électrique et mécanique de l'activité musculaire

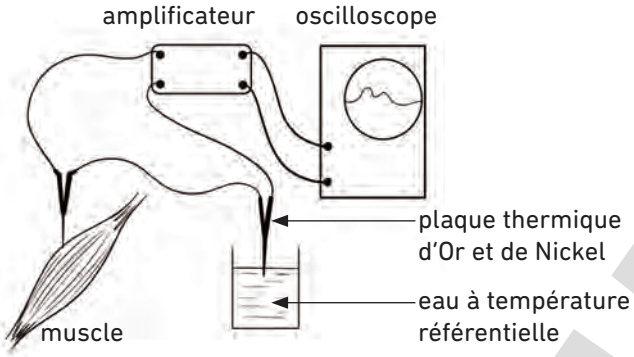
L'enregistrement des phénomènes thermiques qui accompagnent l'activité musculaire se fait grâce à un dispositif qui utilise des techniques très précises basées sur l'emploi d'aiguilles thermoélectriques (plaque thermique d'or et de nickel). Une de ces plaques est introduite dans le muscle gastrocnémien de grenouille et l'autre est plongée dans de l'eau maintenue à une température constante de 0°C (température de référence). Ces plaques thermiques sont reliées à un oscilloscope par l'intermédiaire d'un amplificateur. Une excitation efficace est ensuite portée au muscle et les variations de la quantité de chaleur produite sont enregistrées par l'oscilloscope (document 15).
Pour déterminer les phénomènes chimiques qui accompagnent l'activité musculaire, les substances chimiques telles que le dioxygène, le glucose, le glycogène, l'acide lactique et l'ATP sont dosés dans un muscle au repos et en activité. Les résultats de ces dosages sont consignés dans le tableau du document 17.

Les résultats des expériences sont représentés par les documents 14, 16 et 17.

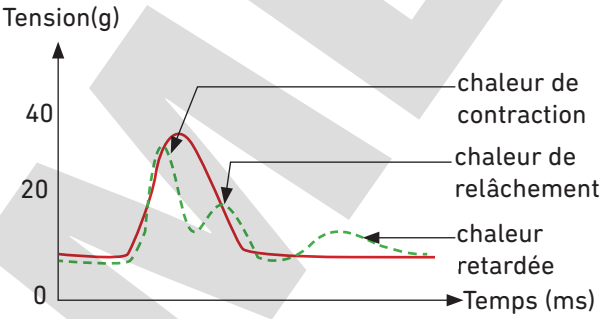
SPÉCIMEN



Document 14 : potentiel d'action musculaire (PAM) et secousse musculaire



Document 15 : dispositif d'enregistrement des phénomènes thermiques et mécaniques de l'activité musculaire



Document 16 : phénomènes thermiques au cours de l'activité musculaire

Éléments	Muscle au repos	Muscle en activité
Dioxygène (O_2) utilisé (L)	0,30	5,20
Dioxyde de carbone (CO_2) rejeté (L)	0,22	5,95
Glucose (mg/g de muscle frais)	1, 80	0,70
Glycogène (mg/g de muscle frais)	1,08	0,80
Protides utilisés	0	0
Lipides utilisés	0	0
ATP (mg/g de muscle frais)	4	4
Acide lactique (mg/g de muscle frais)	1	1,30
Phosphocréatine (mg/g de muscle frais)	15,17	15,17

Document 17 : tableau des taux de quelques constituants chimiques d'un muscle au repos et en activité

Activité 2

- *Observe les figures des documents 14 et 16.*
- *Analyse les tracés des documents 14 et 16.*
- *Interprète-les.*
- *Tire une conclusion.*

SPECIMEN

Le point de l'activité

Le **potentiel d'action musculaire** (document 14) est enregistré pendant le temps de latence de la secousse musculaire. Ce potentiel précède donc la secousse musculaire. Ainsi, l'**activité électrique** précède l'activité mécanique. On en déduit que l'activité électrique déclenche l'**activité mécanique** (contraction musculaire).

La production de chaleur par le muscle (document 16), au cours de son activité, se répartit en deux phases :

- une **chaleur initiale** qui se dégage rapidement au cours de la secousse musculaire. Elle se subdivise d'une part en **chaleur de contraction**, elle-même composée d'une **chaleur d'activation** et d'une **chaleur de soutien** et, d'autre part, en **chaleur de relâchement** ;

- une **chaleur retardée** qui se dégage lentement après la phase de relâchement de la secousse musculaire. Elle est d'intensité faible mais de très longue durée.

Les dégagements de chaleurs au cours d'une activité mécanique confirment que le muscle est le siège des réactions chimiques exothermiques (productrices d'énergie thermique). En effet, la chaleur initiale correspond à l'utilisation des composés phosphatés par la fibre musculaire au cours de la voie rapide de restauration de l'ATP (réactions chimiques exothermiques anaérobies). La chaleur d'activation déclenche la contraction du muscle et la chaleur de soutien maintient la contraction.

La chaleur retardée correspond à la reconstitution des composés phosphatés utilisés au cours de la phase de contraction. Cette reconstitution se déroule au cours de la voie lente de régénération de l'ATP (réactions chimiques exothermiques aérobies).

Au cours de l'activité musculaire (document 17), le volume d'**oxygène** et la quantité de glucose consommés augmentent respectivement de 10 ml à 100 ml et de 15 g/Kg à l50 g/Kg de muscle. Tandis que la quantité d'acide lactique à l'état de traces dans le muscle au repos augmente jusqu'à 37,66 g/Kg de muscle. Quant au stock de glycogène, il diminue de 36 g/Kg à 12 g/Kg de muscle et la quantité d'ATP reste constante à 1,35 mg/Kg de muscle.

La quantité de **dioxygène** et de **glucose** consommée augmente, car ces substances sont utilisées pour la production d'énergie sous forme d'ATP nécessaire à l'activité musculaire. En effet, le glucose est dégradé en présence de dioxygène pour produire de l'énergie sous forme d'ATP, selon la réaction suivante :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 38\ ATP$$

La quantité de **glycogène** (forme de stockage du glucose dans l'organisme, principalement au niveau du foie et des muscles squelettiques) baisse, car il est progressivement dégradé (glycogénolyse) en glucose pour la production d'énergie.

$$(C_6H10O5)n + nH_2O \xrightarrow{\text{glycogénolyse}} n\ C_6H_{12}O_6$$

glycogène *eau* *glucose*

L'augmentation de la quantité d'acide lactique (déchets) s'explique par la dégradation partielle du glucose par le muscle au cours de la fermentation (anaérobie).

SPECIMEN

Vérifie tes acquis

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux phénomènes accompagnant la contraction musculaire.

1- La chaleur de relâchement fait partie de la chaleur initiale.
2- Le potentiel d'action musculaire précède et déclenche l'activité mécanique du muscle.
3- La quantité d'ATP utilisée au cours de l'effort physique reste constante.
4- Le glycogène est transformé en glucose lors de la glycogénolyse.
5- Les phénomènes mécaniques du muscle déclenchent les phénomènes électriques.
6- La glycolyse est la dégradation du glycogène en glucose.
7- Au cours d'une activité physique, la production d'acide lactique augmente.
8- La quantité de glucose dans le sang baisse au cours de l'activité musculaire.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

LES VOIES DE RÉGÉNÉRATION DE L'ÉNERGIE UTILISÉE PAR LA FIBRE MUSCULAIRE

LES VOIES RAPIDE ET LENTE DE RÉGÉNÉRATION D'ÉNERGIE PAR LA FIBRE MUSCULAIRE

Activité 1

- ***Effectue des recherches dans des ouvrages sur les voies de régénération de l'énergie par la fibre musculaire.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux voies de régénération de l'énergie par la fibre musculaire.***
- ***Relève les résultats des recherches et de l'observation.***

Le point de l'activité

Dans le but d'identifier les différentes voies métaboliques intervenant dans la restauration de l'ATP utilisée par la fibre musculaire en activités, des observations sont faites au microscope et des recherches sont effectués dans des ouvrages.
Les résultats des observations et des recherches sont représentés par les textes 1 ; 2 et le document 18.

Texte 1

La régénération rapide de l'ATP est catalysée par la myokinase et la créatine kinase. L'adénylate kinase (ADK ou encore myokinase) est une enzyme de type phosphotransférase qui catalyse l'inter- conversion des nucléotides de l'adénine (ATP, ADP et AMP) et qui joue un rôle important dans l'homéostasie énergétique cellulaire. Elle catalyse la réaction : 2 ADP ⇔ ATP + AMP, réaction couplée de l'ADP avec la créatine phosphate.

Au début d'une activité musculaire, l'ATP emmagasinée dans les muscles actifs est consommée en 6 secondes environ. Un système de production rapide d'ATP se met en place, en attendant que les voies métaboliques s'adaptent à la demande accrue d'ATP. L'ATPase couple alors avec la créatine phosphate (créatine kinase), composé à haute énergie emmagasiné dans les muscles. Il en résulte un transfert presqu'instantané d'énergie et la formation d'une molécule d'ATP. Une puissance musculaire maximale peut ainsi être maintenue pendant 10 à 15 secondes (sprint sur 100 m).

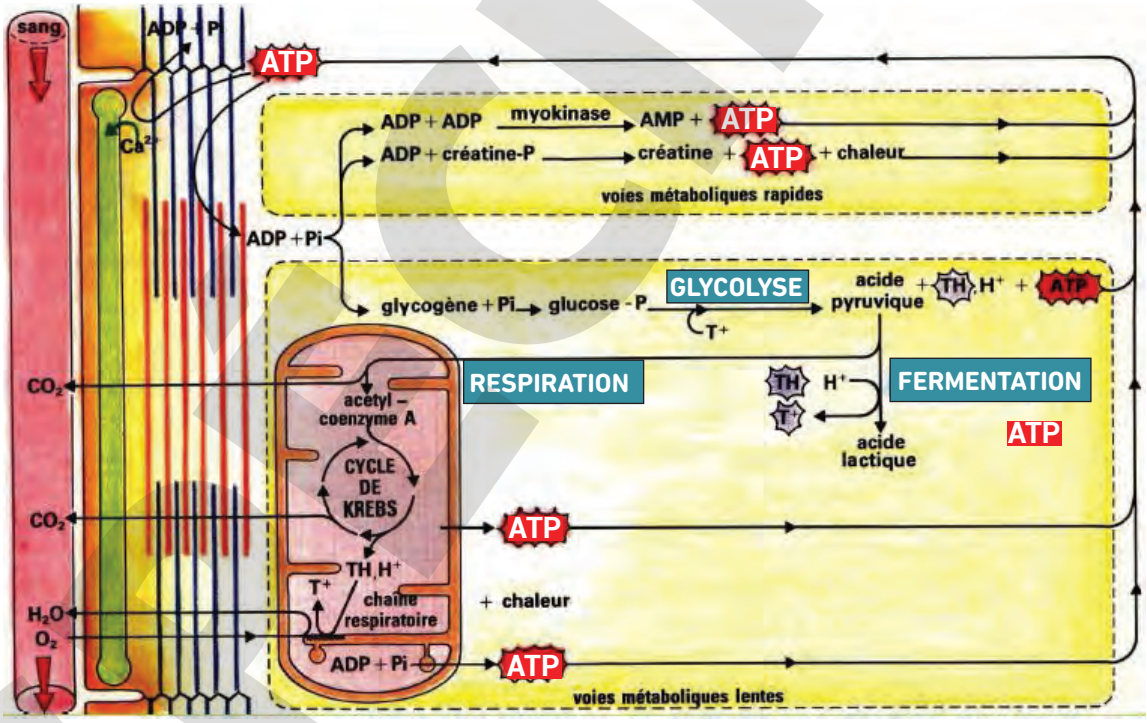
Les auteurs

SPECIMEN

Texte 2

Au cours des exercices musculaires de plus longue durée, le glycogène musculaire doit être dégradé. Les réserves de glycogène du muscle sont transformées en acide lactique via le glucose-6-phosphate, en l'absence de dioxygène (fermentation). Cette réaction produit 2 molécules d'ATP par molécule de glucose (faible rendement énergétique). La glycolyse anaérobie commence plus tardivement que la dégradation de la créatine phosphate (au maximum après 30 secondes) et produit de l'ATP 2,5 fois plus vite que la voie aérobie. Ainsi, lorsqu'il faut de grandes quantités d'ATP pendant de courtes périodes d'activité musculaire soutenue (30-40 secondes), la voie anaérobie en fournit une grande partie. Ensemble, les réserves d'ATP et de créatine phosphate et le système glycogénolyse-acide lactique peuvent entretenir une activité musculaire pendant presque une minute. Pour que l'effort soit maintenu, il faut qu'il y ait hydrolyse aérobie du glucose et des acides gras. Lors des contractions lentes ou au repos, la plus grande partie de l'approvisionnement en ATP est assurée par la respiration cellulaire, qui utilise l'énergie fournie par la dégradation des acides gras. Lorsque les muscles se contractent de façon plus soutenue, c'est le glucose qui devient la principale source d'énergie. La respiration cellulaire se déroule dans les mitochondries ; elle nécessite la présence d'oxygène et fait intervenir une suite de réactions complexes (cycle de Krebs - chaîne respiratoire de transport d'électrons) appelée phosphorylation oxydative. Dans la chaîne respiratoire, les atomes d'hydrogène enlevés au cours de la dégradation des combustibles finissent par être combinés avec l'oxygène moléculaire, et l'énergie libérée est utilisée pour lier les groupements phosphate inorganique (Pi) à l'ADP. Globalement, l'oxydation complète d'une molécule de glucose en CO_2 et en eau fournit 36-38 molécules d'ATP (rendement énergétique élevé).

Les auteurs



Document 18 : voies métaboliques de régénération de l'ATP

Activité 2

- *Lis les textes et observe le document.*
- *Relève les enzymes qui catalysent les différentes réactions de régénération de l'ATP.*
- *Explique la régénération de l'ATP par les voies lentes.*
- *Tire une conclusion.*

SPECIMEN

Le point de l'activité

La molécule d'ATP représente la source principale de l'énergie musculaire. L'hydrolyse de l'ATP produit de l'énergie chimique nécessaire à la contraction musculaire.

$$ATP + H_2O \xrightarrow[ATPase]{Ca^{2+}} ADP + Pi + \text{Energie chimique (E)}$$

Dans un muscle, les réserves d'ATP sont faibles (5 mmol / kg de muscle) et elles peuvent correspondre à une contraction de quelques secondes (2s à 3s). La régénération (resynthèse) de l'ATP devient nécessaire et obligatoire pour la réalisation des activités musculaires. Il existe deux voies de régénération de l'ATP :

- les voies métaboliques rapides :

- **par la phosphocréatine (molécule énergétique présente dans les fibres musculaires)**

La phosphocréatine ou le phosphagène est un composé riche en énergie que renferme le cytoplasme des fibres musculaires. Une enzyme spécifique, la phosphocréatine kinase ou créatine kinase, permet le transfert de l'acide phosphorique du phosphagène sur l'ADP pour donner l'ATP.

Cette réaction permet une restauration immédiate de l'ATP. En effet, lors de contractions très brèves, de l'ordre de quelques secondes, le taux d'ATP dans le muscle reste constant. Il existe donc un processus immédiat de restauration de l'ATP. Il ne nécessite pas de dioxygène et se réalise sans formation d'acide lactique, d'où son nom de voie anaérobie alactique. Les réserves de créatine phosphate (CP) sont de 20 mmol/kg. Cette quantité reste insuffisante car elle correspond à une contraction de 10 secondes. La régénération de l'ATP par la phosphocréatine se fait selon la réaction suivante :

$$ADP + \text{phosphocréatine} \xrightarrow{\text{phosphocréatine kinase}} \text{créatine} + ATP + \text{énergie}$$

- **par la myokinase (enzyme propre à la fibre musculaire)**

En présence de la myokinase, deux molécules d'ADP (adénosine diphosphate) donnent une molécule d'ATP (adénosine triphosphate) et une molécule d'AMP (adénosine monophosphate). La régénération de l'ATP par la myokinase se fait selon la réaction suivante :

$$ADP + ADP \xrightarrow{\text{myokinase}} AMP + ATP + \text{chaleur initiale}$$

- les voies métaboliques lentes

Il existe deux grandes voies lentes à savoir la fermentation lactique ou glycolyse anaérobie et la respiration ou glycolyse aérobie.

- **La fermentation**

Elle se déroule dans le hyaloplasme en l'absence d'oxygène. Lorsque la demande en ATP dépasse les possibilités de la voie rapide (durée supérieure), l'organisme utilise la voie anaérobie lactique. Lors de cette réaction, la cellule musculaire utilise les molécules organiques mise en réserve dans son cytoplasme. Dans le cas de l'utilisation du glucose, la réaction est appelée la glycolyse anaérobie ou fermentation lactique. Cette fermentation conduit à la formation de deux molécules d'ATP, de pyruvate et d'acide lactique, provoquant des douleurs et des crampes musculaires. La glycolyse anaérobie se déroule selon la réaction suivante :

SPECIMEN

Glucose + ADP $\xrightarrow{\text{glycolyse}}$ Pyruvate + 2 ATP + H_2O $\xrightarrow{\text{fermentation lactique}}$ Lactate

La fermentation a un faible rendement énergétique de 2 ATP.

- **La respiration**

Lorsque la contraction musculaire se prolonge, la voie aérobie des oxydations respiratoires dans les mitochondries se met en route et permet la synthèse d'ATP grâce à la dégradation du glucose ou des acides gras. Pour le glucose, la première partie de dégradation est identique à la glycolyse anaérobie, c'est-à-dire qu'il y a formation de pyruvate à partir de glucose. Puis ce pyruvate entre dans les mitochondries, où il participe à un ensemble de réactions nécessitant l'oxygène. Cette partie aérobie de la dégradation du glucose permet de libérer 36 molécules d'ATP supplémentaires, soit 38 au total pour une molécule de glucose. L'équation bilan est la suivante :

$C_6H_{12}O_6$ + 6 O_2 + 38 ADP $\longrightarrow$ 6 CO_2 + 6 H_2O + 38 ATP

glucose *dioxygène*

La respiration oxydative présente un rendement énergétique très élevé de 38 ATP.

Utilise tes acquis

Au cours d'un match de football, ton petit frère, en classe de 1re D, remarque que certains joueurs, très épuisés, se plaignent de douleurs musculaires et s'affaissent sur le terrain. Le staff médical affirme qu'au cours de l'effort physique, la teneur de certains constituants du muscle peut être modifiée. Ton petit frère te sollicite pour en savoir davantage sur ces constituants. Pour l'aider, tu t'appuies sur l'expérience ci-dessous.

« La concentration de certaines substances est dosée avant et après la contraction du muscle gastrocnémien d'une grenouille soumis à des excitations supraliminaires. Les résultats des dosages sont consignés dans le tableau ci-dessous. »

Substances dosées	Résultats du dosage	
	Avant la contraction	Après la contraction
Dioxygène	10 ml	100 ml
Glucose	15g/kg	50g/kg
Glycogène	36 g/kg	12 g/kg
Acide lactique	Traces	37,66 g/kg
ATP	4 à 6 m.mol/kg	4 à 6 m.mol/kg

1- Analyse les résultats.
2- Interprète-les.
3- Justifie les douleurs musculaires des joueurs sur le terrain.

SPÉCIMEN

Retiens l'essentiel

Le muscle est un organe élastique, contractile et excitable. À une stimulation efficace, le muscle répond par une contraction appelée secousse musculaire. L'amplitude des contractions musculaires augmente au fur et à mesure que l'intensité de stimulation augmente jusqu'à une amplitude maximale : c'est le phénomène de sommation qui se produit au fur et à mesure que les unités motrices sont recrutées.

On porte au muscle deux excitations de même intensité. Lorsque la 2^{e} excitation atteint le muscle dans sa phase de repos, on obtient deux secousses de même amplitude. Lorsque la 2^{e} excitation atteint le muscle dans sa phase de relâchement, on obtient une 2^{e} secousse d'amplitude plus grande que la 1re. Lorsque la 2^{e} excitation atteint le muscle dans sa phase de contraction, on obtient une seule secousse d'amplitude plus grande que celle obtenue avec une seule excitation.

On porte au muscle plusieurs excitations rapprochées qui atteignent le muscle dans sa phase de relâchement, on enregistre un tétanos imparfait, courbe à plusieurs sommets qui indique une fusion incomplète des secousses. On porte au muscle plusieurs excitations très rapprochées qui atteignent le muscle dans sa phase de contraction, on enregistre un tétanos parfait, courbe présentant un plateau qui indique une fusion complète des secousses.

L'amplitude des contractions diminue quand le muscle se fatigue.

L'électromyogramme (phénomène électrique) précède toujours la contraction musculaire car c'est l'EMG qui déclenche l'activité mécanique du muscle.

La contraction musculaire est accompagnée de phénomènes thermiques et chimiques (consommation d'oxygène, de glucose, d'ATP, accumulation d'acide lactique...)

Le muscle squelettique est constitué de cellules polynuculéées appelées fibres musculaires. Chaque fibre contient des faisceaux de myofibrilles et chaque myofibrille est constituée de myofilaments fins d'actine et de myofilaments épais de myosine.

La concentration musculaire nécessite des ions calcium (Ca^{2+}) qui permettent la formation des liaisons acto-myosine. Elle est provoquée par le glissement des myofilaments fins d'actine entre les myofilaments épais de myosine, grâce à l'énergie libérée par l'hydrolyse de l'ATP. L'ATP utilisée lors de la concentration musculaire est régénérée : soit par la voie rapide assurée par la myokinase et par la phosphocréatine (ACP) : ADP + ACP ATP + AC (créatine), soit par l'oxydation respiratoire qui se déroule dans les mitochondries, en présence du dioxygène. Le glucose, dans cette voie, est complètement dégradé en eau et en dioxyde de carbone avec une production importante d'énergie sous forme d'ATP, soit par la fermentation qui se déroule dans le hyaloplasme, en l'absence de dioxygène. Le glucose, dans cette voie, est partiellement dégradé en acide lactique avec une faible production d'énergie sous forme d'ATP.

SPÉCIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives au fonctionnement du muscle strié squelettique.

1- L'acide lactique est produit en aérobiose lors de la fermentation cellulaire.

2- Le tétanos parfait s'explique par une fusion incomplète des secousses suite à une succession de stimulations portées sur le muscle.

3- L'amplitude des myogrammes d'un muscle augmente avec l'intensité de stimulation du muscle.

4- Le myogramme d'un muscle fatigué présente un temps de contraction et de relâchement plus long que celui du muscle reposé.

5- Le glycogène est transformé en glucose lors de la glycogénolyse.

6- Le tétanos parfait est obtenu lorsque la fréquence des stimulations portées sur le muscle est très élevée.

7- La myokinase catalyse la synthèse de l'ATP à partir de la phosphocréatine.

8- La production d'ATP au cours de la fermentation se déroule dans lamitochondrie.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 En réponse à la consigne suivante : « précise les substances et les phénomènes à l'origine de la régénération de l'ATP utilisée par la fibre musculaire en activité », les élèves font les propositions ci-dessous.

A- La régénération rapide de l'ATP se fait par la myokinase.

B- La régénération lente de l'ATP se fait par la respiration.

C- La régénération rapide de l'ATP se fait par la fermentation.

D- La régénération rapide de l'ATP se fait par la phosphocréatine.

E- La régénération lente de l'ATP se fait par la myokinase.

F- La régénération lente de l'ATP se fait par la fermentation.

Relève les lettres correspondant aux propositions justes.

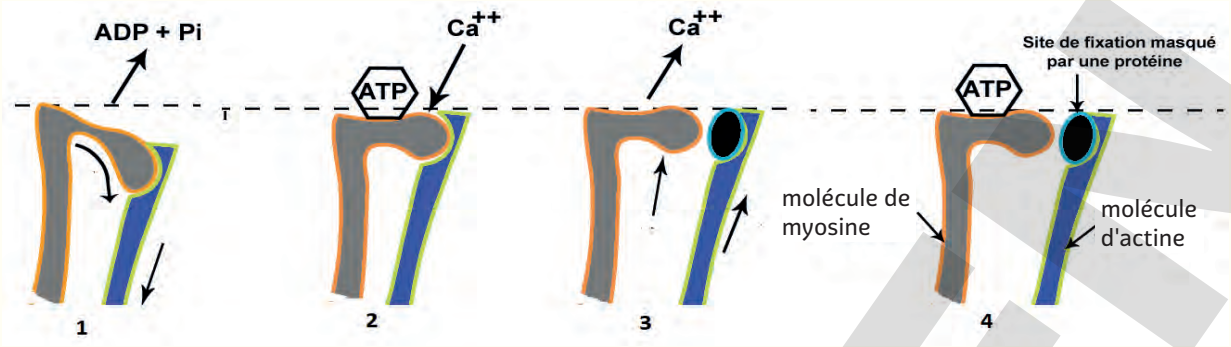
3 Le tableau ci-dessous présente des réponses du muscle à des excitations efficaces et leurs caractéristiques.

Réponses du muscle	Caractéristiques
1- Secousse musculaire isolée 2- Tétanos imparfait 3- Tétanos parfait	a- Fusion incomplète des secousses b- Réponse du muscle à plusieurs excitations rapprochées c- Réponse du muscle à plusieurs excitations très rapprochées d- Réponse du muscle à une seule stimulation efficace e- Fusion complète des secousses f- Contraction suivie de relâchement.

Associe chaque réponse à ses caractéristiques, en utilisant les chiffres et le lettres.

4 Les schémas ci-après présentés dans le désordre sont relatifs aux étapes du mécanisme de la contraction musculaire.

SPÉCIMEN



Range ces étapes dans l'ordre logique du déroulement de la contraction, en utilisant les chiffres.

5 Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte à l'influence de l'intensité de stimulation sur les réponses du muscle.

Le muscle donne une réponse appelée .....1..... à une seule excitation efficace. Il est donc .....2..... La secousse musculaire isolée comporte un .....3..... qui est le temps mis par l'influx nerveux qui prend naissance dans le nerf pour atteindre le muscle et déclencher la .....4..... caractérisée par le raccourcissement du muscle. Celle-ci est suivie du .....5..... au cours duquel le muscle retrouve sa longueur initiale. Le muscle est donc .....6..... et élastique.

Lorsque plusieurs stimulations d'intensités croissantes sont portées au nerf, l'amplitude des réponses du muscle augmente progressivement pour atteindre une amplitude maximale qui demeure constante : c'est le phénomène de .....7..... L'augmentation de l'amplitude s'explique par le fait qu'au fur et à mesure, un nombre croissant de .....8..... sont recrutées. L'amplitude demeure constante parce que toutes les fibres musculaires sont .....9.....

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : temps de latence ; fibres musculaires ; contractile ; recrutées ; secousse isolée ; relâchement ; sommation ; contraction ; excitable.

6 Les affirmations ci-après se rapportent aux phénomènes qui accompagnent la contraction musculaire.

1- Le phénomène électrique précède toujours la contraction musculaire.

2- La chaleur initiale est produite pendant la phase de contraction du muscle.

3- La chaleur retardée est produite pendant la phase de relaxation du muscle.

4- Le phénomène électrique succède à la contraction musculaire.

5- La contraction musculaire s'accompagne d'une consommation de glucose.

6- La contraction musculaire s'accompagne d'une production d'acide lactique.

7- La contraction musculaire se fait sans consommation d'énergie.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

7 Les séries de propositions ci-dessous sont relatives au muscle strié squelettique.

1- Le sarcomère :

a- est l'unité fonctionnelle de la fibre musculaire ;

b- est délimité par deux stries z successives ;

c- rétrécit lors de la contraction ;

d- est constitué uniquement d'une bande claire et d'une bande sombre.

2- Au cours d'une activité physique :

a- le taux de glucose consommé par l'organisme augmente ;

b- le taux de glycogène diminue dans l'organisme ;

SPECIMEN

c- la quantité d'acide lactique produit par l'organisme diminue ;

d- la quantité d'ATP reste constante.

3- Au cours de la contraction musculaire :

a- les ions calcium se fixent sur la tropomyosine ;

b- la longueur des filaments d'actine et de myosine reste constante ;

c- l'hydrolyse de l'ATP libère de l'énergie qui provoque le pivotement des têtes de myosine ;

d- la fixation d'une molécule d'ATP sur les têtes de myosine entraine le détachement des filaments d'actines et de myosine.

4- Au cours de la phase d'attachement :

a- la troponine repousse la tropomyosine qui libère les sites d'attachement ;

b- les ions calcium se fixent sur la troponine ;

c- l'ATP se fixe sur la tête de myosine ;

d- l'ATP se fixe sur l'actine.

Relève, dans chaque série, les propositions fausses, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif au mécanisme de contraction du muscle.

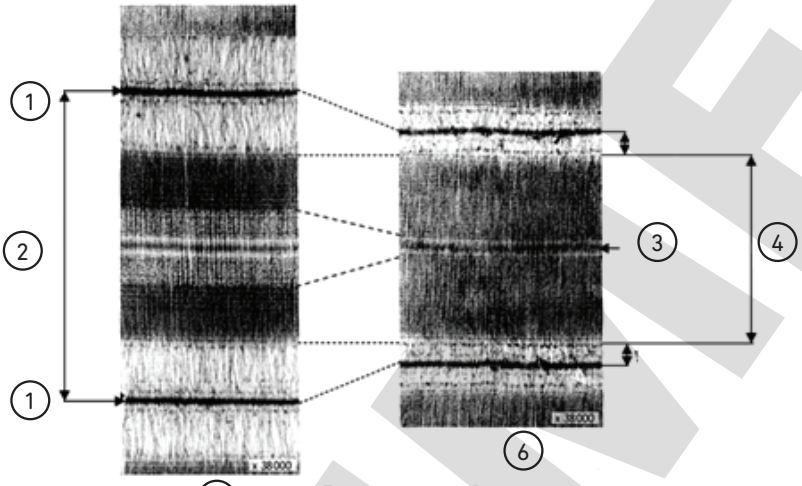
La contraction musculaire est basée sur la formation temporaire de ponts entre les molécules de ...**1**... et d'actines. Dans une myofibrille au repos, en l'absence d'ions Ca^{2+}, la ...**2**... cache partiellement le site d'attachement des têtes de myosine présents sur l'actine. L'influx nerveux généré après la ...**3**... de la fibre musculaire rend la membrane du réticulum sarcoplasmique perméable aux ions Ca^{2+} qui sont libérés dans le ...**4**.... Ces ions Ca^{2+} libres se fixent sur des sites spécifiques présents sur la troponine. La troponine change alors de conformation et entraine le basculement de la tropomyosine, libérant ainsi les sites d'attachement des têtes de myosine. Les têtes de myosine s'attachent à l'actine pour former des ponts acto-myosine sous l'action de l'énergie libérée par l'hydrolyse de l'ATP : c'est la ...**5**.... . Des enzymes présentes sur la myosine sont alors activées et provoquent la libération de l'ADP et du phosphate inorganique qui fournit de ...**6**... qui entraine le pivotement des têtes de myosine : c'est la .....**7**..... L'actine, entraînée dans ce mouvement, glisse le long de la myosine puis le ...**8**... se raccourcit : c'est la ...**9**.... La fixation d'une nouvelle molécule d'ATP sur les têtes de myosine entraine la rupture des ponts acto-myosine et le retour du sarcomère à son état initial : c'est la .....**10**.....

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : myosine ; tropomyosine ; stimulation ; sarcoplasme ; phase d'attachement ; l'énergie ; sarcomère ; phase de pivotement ; relaxation ; contraction.

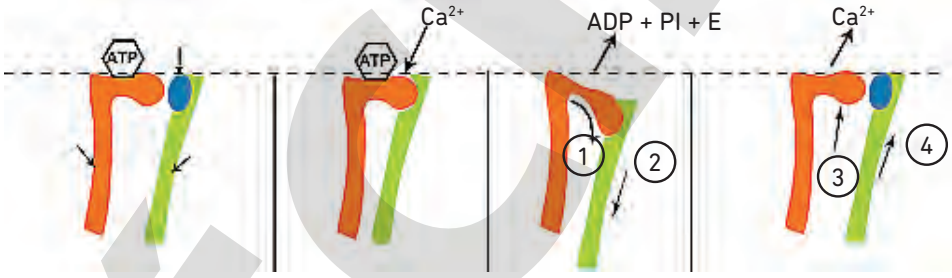
SPECIMEN

1 Dans un complexe sportif, ton camarade, en classe de 1re D, observe avec beaucoup d'attention l'extraordinaire musculature d'un haltérophile. Au cours des mouvements de celui-ci, ton camarade remarque que chaque fois que le biceps se contracte, le triceps se relâche et son corps est couvert de sueur.

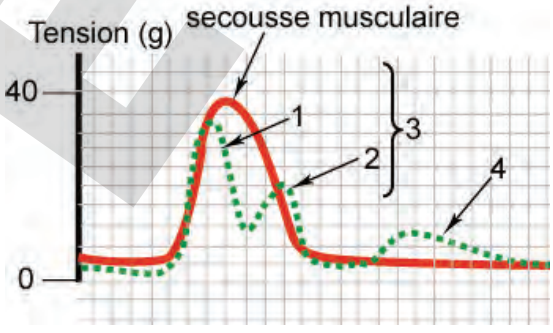
Curieux, il veut comprendre le fonctionnement des cellules musculaires et connaître l'origine de la sueur. Il te sollicite. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour l'aider.



Document 1



Document 2



Document 3

1- Annote les documents 1 et 3, en utilisant les chiffres.
2- Explique le fonctionnement du muscle strié squelettique en te servant des documents 1 et 2.
3- Justifie la présence de la sueur sur le corps de l'halthérophile.

SPÉCIMEN

2 Pendant une séance de cours, votre professeur fait une démonstration, pour mettre en évidence les propriétés du muscle strié squelettique. Il demande à chaque groupe de travail de passer observer les enregistrements sur le papier enduit du noir de fumée enroulé autour du cylindre enregistreur. Par la suite, il vous remet la planche ci-dessous et demande à chaque groupe d'exploiter les résultats des expériences.

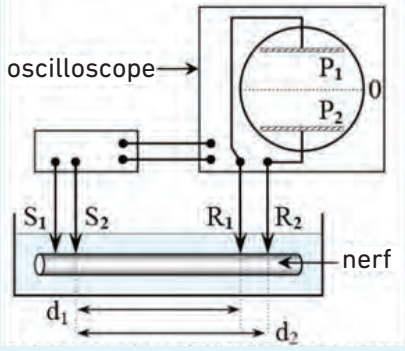


figure 1

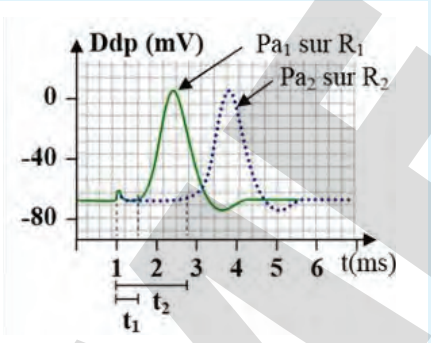
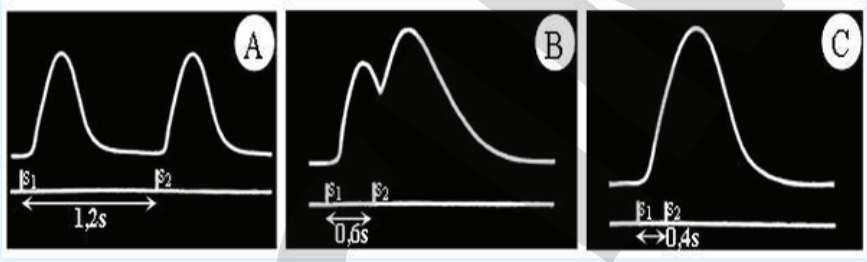
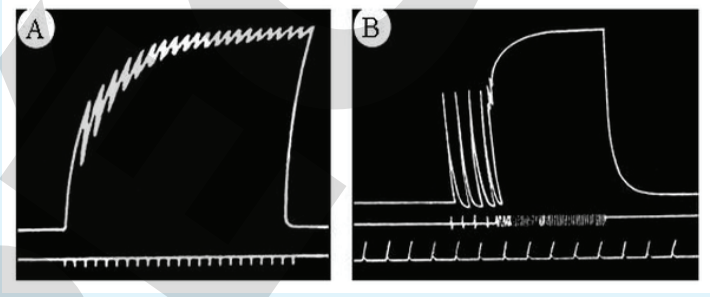


figure 2

Document 1



Document 2



Document 3

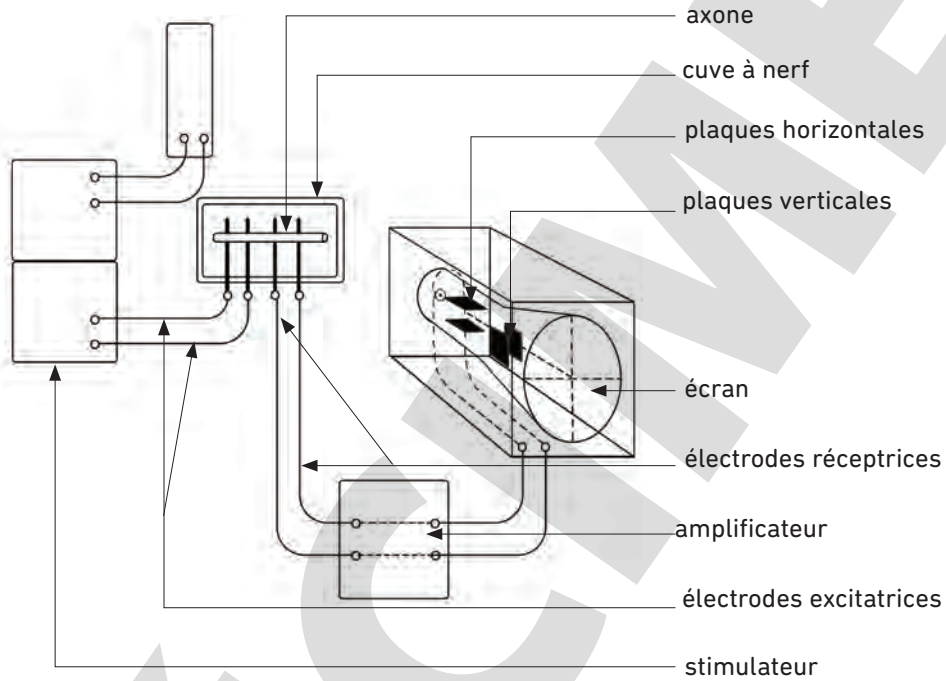
Étant le meilleur élève en SVT de ta classe, les membres de ton groupe te demandent, de les aider à réussir l'exploitation des résultats.

1- Analyse les tracés des documents 2 et 3.
2- Explique-les.
3- Calcule la vitesse de propagation de l'influx nerveux à l'aide de la figure 2 du document 1.
4- Déduis les propriétés du muscle mises en évidence par le professeur.

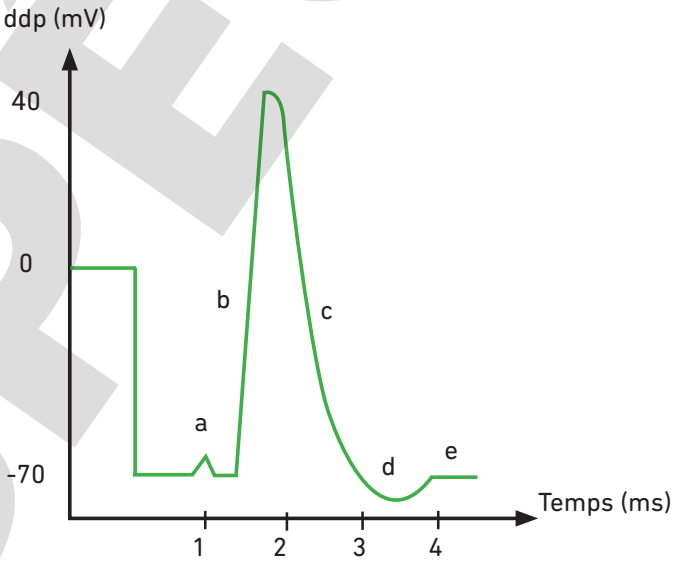
SPECIMEN

Le médecin chargé par le ministère de la Santé pour sensibiliser, à la radio et à la télévision, les populations sur les inconvénients de la poliomyélite chez les bébés atteints de cette maladie, affirme que l'agent pathogène de cette maladie détruit les nerfs qui innervent les muscles des jambes.

Pour comprendre l'impact de la destruction des nerfs sur les muscles, des élèves de TD effectuent des recherches sur le fonctionnement du système nerveux et du muscle strié squelettique et découvrent les dispositifs d'enregistrement des réponses du nerf et du muscle à une stimulation efficace (documents 1 et 3), la réponse d'une fibre nerveuse (document 2) ainsi que celle de l'unité fonctionnelle du muscle (documents 4 et 5).

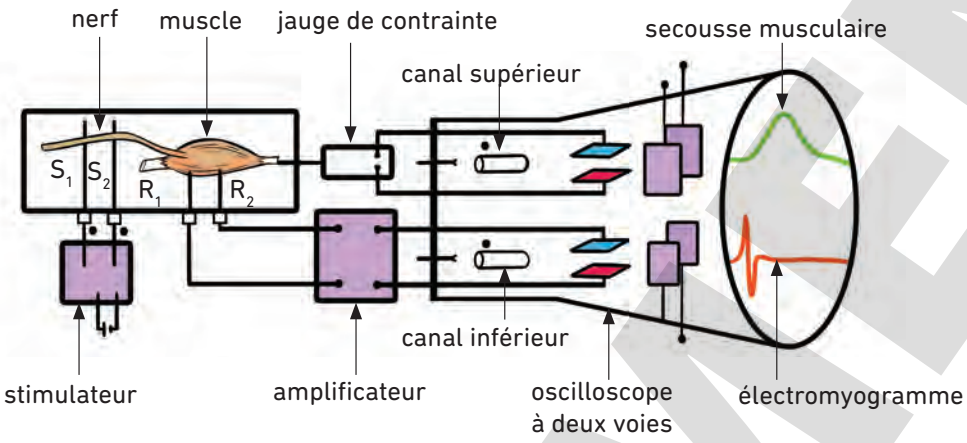


Document 1

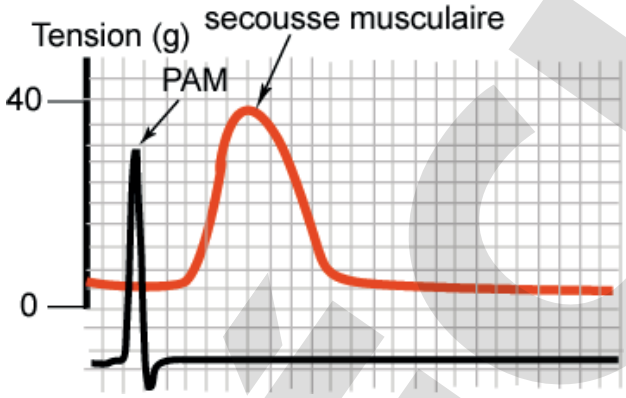


Document 2

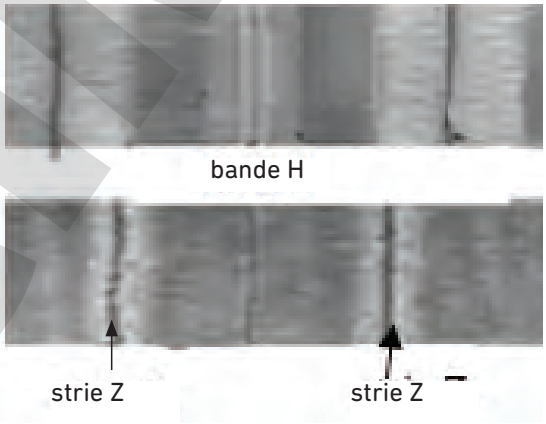
SPÉCIMEN



Document 3



Document 4



Document 5

Les élèves éprouvent des difficultés pour exploiter les documents, ils sollicitent ton aide.

1- **Explique les réponses de la fibre nerveuse et de l'unité fonctionnelle du muscle strié squelettique en t'appuyant sur les documents appropriés.**
2- **Établis une relation entre le système nerveux et le muscle strié squelettique en vue de dégager l'impact de la poliomyélite sur les muscles squelettiques et proposer une solution aux parents pour l'éviter.**

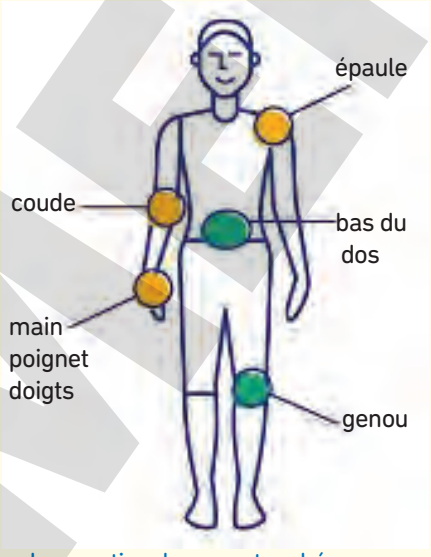
SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude du fonctionnement du muscle strié squelettique permet de connaître la structure du muscle, ses propriétés et les phénomènes électrique chimique et thermique qui se déroulent lorsqu'il est en activité ainsi que le mécanisme de son fonctionnement. Elle permet d'identifier les facteurs qui influencent son fonctionnement afin d'adopter un comportement susceptible de garantir son bon fonctionnement.

Le dysfonctionnement musculaire

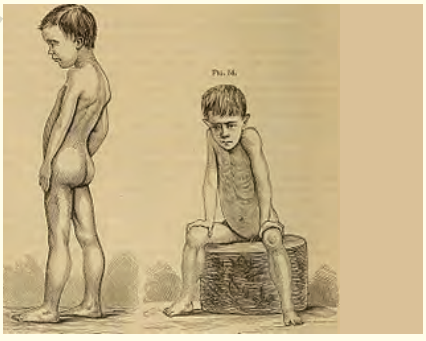
Il peut être défini comme une situation dans laquelle les muscles squelettiques présentent une force et/ou une endurance réduite, étant incapables d'accomplir correctement leurs tâches physiologiques. Le dysfonctionnement musculaire peut se traduire par de la fatigue ou de la faiblesse. Il se manifeste par de la raideur, de la maladresse, un gonflement, une rougeur ou une difficulté à bouger une partie particulière du corps, un engourdissement, des picotements et des douleurs qui peuvent apparaître soudainement ou progressivement au fil du temps. L'âge, le sexe, le surpoids ou l'état de santé (diabète, rhumatismes inflammatoires) sont des facteurs aggravants des troubles musculosquelettiques (TMS). Les TMS regroupent des affections touchant les articulations, les muscles et les tendons (tendinopathie). Les parties du corps les plus fréquemment atteintes sont : le dos, les membres supérieurs plus rarement les membres inférieurs. Les facteurs physiques : gestes répétitifs, travail statique, efforts excessifs, positions articulaires extrêmes, port de charges lourdes...



Les parties du corps touchées par les troubles musculo-squelettiques

Les maladies musculaires d'origine génétique

Les dystrophies musculaires congénitales sont des maladies génétiques rares qui affaiblissent les muscles très tôt dans l'enfance, voire dès la naissance. La myopathie de Duchenne est la plus grave des manifestations en rapport avec un déficit de la dystrophie qui permet aux muscles de résister à l'effort : sans elle, les fibres musculaires dégénèrent. Des soins précoces et soutenus aident à limiter les conséquences de la maladie sur la motricité, la respiration, le fonctionnement cardiaque... pour préserver le développement harmonieux de l'organisme.



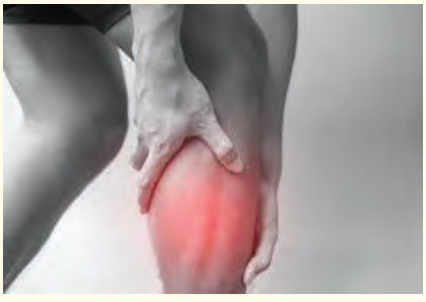
Des sujets atteints de la myopathie de Duchenne

Les crampes musculaires

Les crampes musculaires constituent un problème courant, le plus souvent bénin, plus fréquent chez les femmes enceintes, les personnes âgées et les sportifs. Elles sont caractérisées par une contraction douloureuse, soudaine et involontaire d'un ou de plusieurs muscles. Les crampes peuvent être le symptôme d'une carence en minéraux et en vitamines. Parmi les minéraux qui peuvent provoquer des crampes, on trouve le magnésium, le potassium et le calcium. Les carences en vitamines B, C et D peuvent également contribuer à des crampes.

La viande rouge, les fromages, les œufs et tous les aliments riches en sucre comme les gâteaux et les bonbons provoquent de l'acidité dans le corps et favorisent le risque de crampes.

Au contraire, pour aider à lutter contre les crampes, il est recommandé de boire suffisamment d'eau (au moins 1,5 litre d'eau par jour selon les recommandations), et de privilégier certaines eaux, notamment celles riches en magnésium.



Un individu souffrant de crampes musculaires

SPÉCIMEN

Leçon

4

LE FONCTIONNEMENT DU CŒUR

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- mettre en évidence l'automatisme cardiaque ;
- localiser le siège de l'automatisme cardiaque ;
- annoter le schéma de la coupe longitudinale du cœur montrant le tissu nodal ;
- expliquer l'automatisme cardiaque ;
- établir une relation entre l'activité électrique (ECG) et l'activité mécanique du cœur ;
- déterminer le rôle du système nerveux dans l'activité cardiaque et les médiateurs chimiques intervenant dans l'activité cardiaque ;
- réaliser le schéma de la régulation de l'activité cardiaque ;
- déduire les notions d'automatisme cardiaque et de médiateur chimique.

Tes prérequis

Le cœur est un organe musculeux creux constitué de quatre cavités dont deux oreillettes et deux ventricules chez les mammifères. Il bat de façons rythmiques et régulières par la succession de trois phases : la contraction des oreillettes (systole auriculaire), contraction des ventricules (systole ventriculaire) et le relâchement du cœur (la diastole générale). La contraction du muscle strié squelettique est un phénomène mécanique qui est toujours précédée par le phénomène électrique représenté ou électromyogramme.

Situation d'apprentissage

Un élève de 1reD de votre établissement reçoit de son oncle paysan une tortue. Il la tue et ouvre le ventre jusqu'au thorax, il se rend compte que le cœur de la tortue continue de battre pendant un certain temps.

Surpris par les battements du cœur de l'animal après sa mort, il informe, dès son retour à l'école ses camarades de classe. Ensemble, ils décident de localiser le siège de l'automatisme cardiaque, les phénomènes qui accompagnent le fonctionnement cardiaque et l'influence du système nerveux sur l'activité cardiaque.

SPECIMEN

L'ORIGINE DE L'AUTOMATISME CARDIAQUE

L'AUTOMATISME CARDIAQUE ET SON SIÈGE

Activité 1

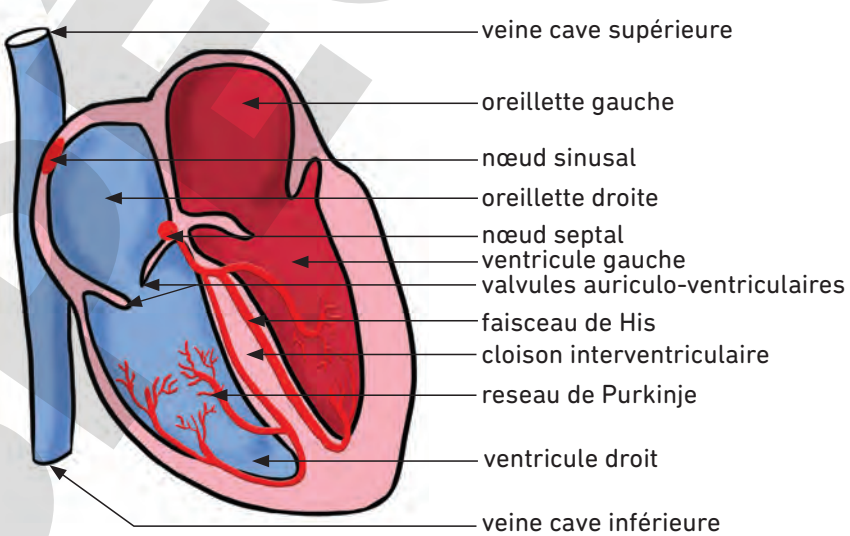
- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de l'automatisme cardiaque et son siège.***
- ***Décris dispositif et le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de mettre en évidence l'automatisme cardiaque et son siège, l'observation d'une coupe longitudinale du cœur d'un mammifère au microscope et des expériences sont réalisées.
Après la dissection d'une grenouille décérébrée et démédullée, le cœur mis à nu est isolé de l'organisme puis les nerfs qui l'innervent sont sectionnés et le cœur est plongé dans du liquide physiologique (solution de Ringer).
Les résultats de l'observation et des expériences sont représentés par les documents 1 ; 2 et 3.

Expériences	Résultats
Le cœur d'une grenouille décérébrée et démédullée est mis à nu après avoir ouvert la cage thoracique.	Le cœur continue de battre
Le cœur d'une grenouille décérébrée et démédullée est isolé de l'organisme après la section des nerfs qui l'innervent. Il est ensuite immergé dans du liquide physiologique (solution de Ringer) de concentration convenable.	Le cœur continue de battre

Document 1 : mise en évidence de l'automatisme cardiaque

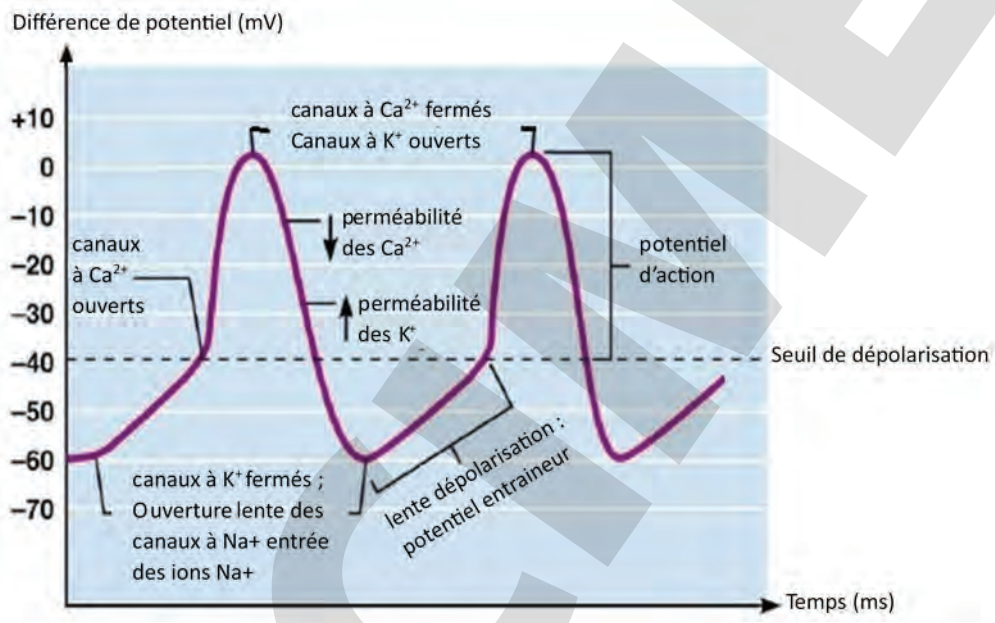


Document 2 : Schéma de la coupe longitudinale d'un cœur de mammifère montrant le tissu nodal

SPÉCIMEN

Expériences	Résultats
Destruction de l'oreillette droite	Arrêt des contractions cardiaques
Destruction du nœud sinusal	Ralentissement du rythme cardiaque
Destruction du nœud sinusal et du nœud septal	Arrêt des contractions cardiaques
Destruction du nœud septal	Arrêt de la contraction des ventricules
Destruction de la cloison interventriculaire	Contraction des oreillettes Arrêt de la contraction des ventricules

Document 3 : mise en évidence du siège de l'automatisme cardiaque



Document 4 : potentiel d'action des cellules du nœud sinusal

Activité 1

- ***Observe le schéma et le tracé des document 2 et 4.***
- ***Localise le siège de l'automatisme cardiaque.***
- ***Analyse les résultats des expériences du document 3 et le tracé du document 4.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Le cœur isolé continue de battre, car il possède son propre excitateur. Il est doué d'un automatisme (document 1).

Le **tissu nodal** est constitué du **nœud sinusal** localisé dans la paroi de l'oreillette droite, du **nœud septal** situé dans la zone auriculo-ventriculaire droite, du **faisceau de His** qui est le prolongement du nœud septal situé dans la cloison intraventriculaire, et du **réseau de Purkinje** qui est la ramification du faisceau de His dans les parois de chacun des ventricules.(document 2)

La destruction de l'oreillette droite tout comme celle des nœuds sinusal et septal provoque l'arrêt des contractions cardiaques (document 3).

APERÇU

Cela signifie que les nœuds sinusal et septal, situés dans la paroi de l'oreillette droite, sont responsables de l'automatisme cardiaque.

La destruction du nœud sinusal (nœud de Keith et Flack) (document 3) provoque un ralentissement du rythme cardiaque. Par contre, la destruction du nœud septal (nœud d'Aschoff Tawara) supprime les battements des ventricules mais, elle n'a aucun effet sur ceux des oreillettes. Le nœud sinusal stimule les ventricules par l'intermédiaire du nœud septal auquel il impose son rythme. Le nœud sinusal représente le **pacemaker** ou l'**excitateur** du cœur.
La destruction de la cloison intraventriculaire (document 3) provoque un arrêt de la contraction des ventricules, car l'influx nerveux n'est pas transmis aux ventricules.
L'automatisme cardiaque s'explique par l'apparition de l'influx nerveux de façon rythmique et spontanée dans les cellules du nœud sinusal. Cet influx nerveux se propage ensuite dans toutes les directions et s'étend à tout le myocarde auriculaire de manière à provoquer la contraction des oreillettes. L'influx nerveux converge vers le nœud septal et du nœud septal, il se transmet aux ventricules par l'intermédiaire du faisceau de His localisé dans la cloison intraventriculaire et du réseau de Purkinje situé dans les parois ventriculaires, de manière à provoquer la contraction des ventricules.

Le bon fonctionnement du cœur dépend de l'équilibre ionique entre sodium (Na^+) et potassium (K^+), d'une part, et calcium (Ca^{2+}), d'autre part. Un potentiel d'action cardiaque est dû à l'inversion temporaire de la polarisation membranaire de repos (polarisation diastolique).
Il y a une lente dépolarisation, graduelle du potentiel de repos, appelée potentiel entraîneur ou potentiel pacemaker suite à une lente ouverture des canaux à Na^+ suivie d'une **entrée des ions Na^+** dans les cellules du **nœud sinusal,** les canaux à K^+ étant fermés. Ce potentiel entraîneur amène le potentiel membranaire (- 60 mV) jusqu'au seuil de – 40 mV où il déclenche un P.A. Une fois ce seuil atteint, les canaux à Ca^{2+} s'ouvrent et entraînent une entrée massive de ces ions Na^+ engendrant ainsi la phase de **dépolarisation** du PA. La perméabilité de la membrane aux K^+ augmente suite à l'ouverture des canaux à K^+, entraînant une **sortie massive des ions K^+** ; ce qui provoque la phase de **repolarisation** du PA (document 4).

Le cœur est un organe autonome qui possède en lui-même son propre excitateur.

Vérifie tes acquis

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte au siège de l'automatisme cardiaque.
Le cœur des mammifères est un muscle creux comporte deux ....**1**.... et deux ventricules qui communiquent entre eux grâce à la valvule ....**2**.... au niveau du cœur droit et à la valvule ...**3**... au niveau du cœur gauche. Isolé de l'organisme et plongé dans un liquide physiologique, le cœur continue de battre. Le cœur fonctionne donc de....**4**...., car il possède son propre ....**5**..... L'ablation du....**6**....entraine un ralentissement du rythme cardiaque. Par contre, la destruction du nœud sinusal et du ....**7**....provoque l'arrêt de l'activité cardiaque. Le nœud sinusal détermine le ....**8**..... Il représente l'entraîneur général ou le....**9**....du cœur.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en te servant des chiffres : pacemaker ; sigmoïde ; oreillettes ; excitateur ; façon autonome ; nœud sinusal ; tricuspide ; nœud septal ; rythme cardiaque.

SPÉCIMEN

LE DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT, LES PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUE DE L'ACTIVITÉ CARDIAQUE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence des phénomènes électrique et mécanique de la contraction cardiaque.***
- ***Décris dispositif et le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer les phénomènes mécanique et électrique de l'activité cardiaque des observations sont faites chez l'homme et des expériences sont réalisées chez la grenouille.

Le cardiographe (figure 1 document 5) est un dispositif qui permet d'enregistrer les activités mécaniques du cœur. Il est constitué d'une planchette, d'un fil relié au balancier muni d'un stylet inscripteur et d'un cylindre enregistreur.

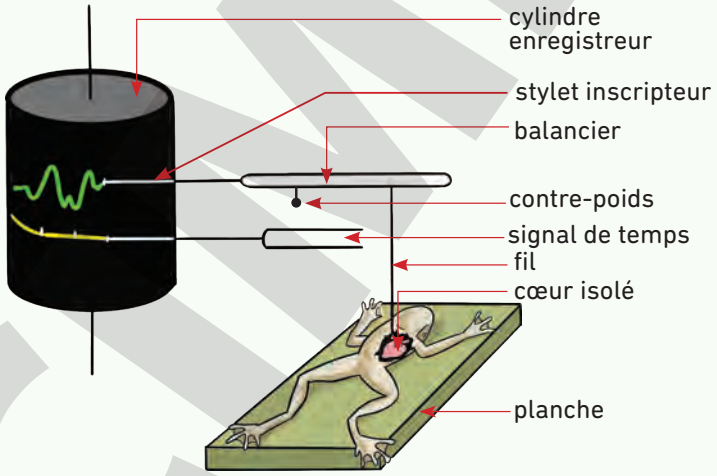


Figure 1 : schéma d'un cardiographe

Le cœur de grenouille (figure 1 document 5) est un organe musculeux constitué de trois cavités : un ventricule et deux oreillettes d'où partent des artères et des veines.

Après la dissection d'une grenouille décérébrée et démédullée, couchée sur une planchette, le cœur est isolé et relié au balancier par un fil. Les battements du cœur de la grenouille sont transcrits par le stylet inscripteur du balancier sur le papier enduit du noir de fumée, appliqué au cylindre enregistreur qui tourne à une vitesse constante. L'enregistrement obtenu à l'aide du cardiographe est appelé cardiogramme.

Les résultats des observations et des expériences sont présentés par les documents 6 ; 8 et 9.

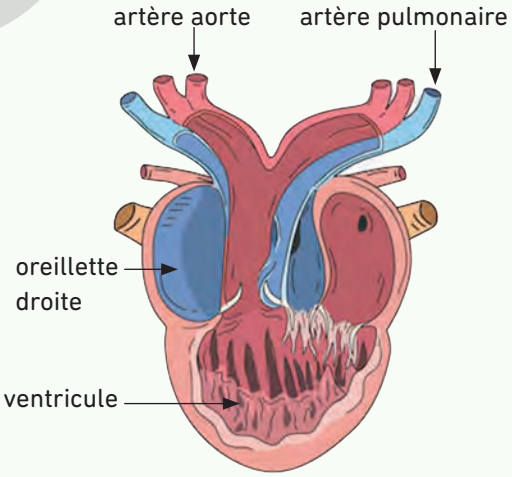


Figure 2 : schéma de la coupe longitudinale d'un cœur de grenouille

SPÉCIMEN

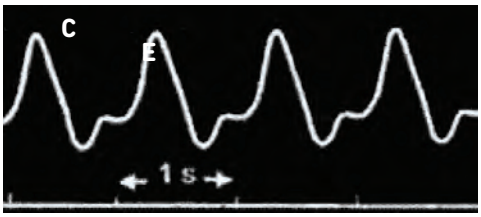


Figure 3 : cardiogramme de la grenouille

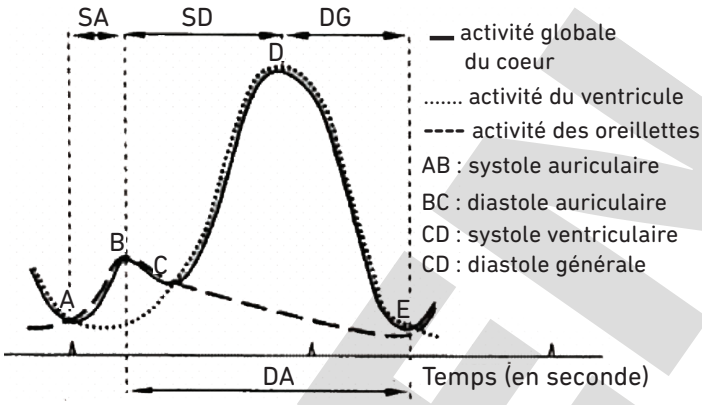
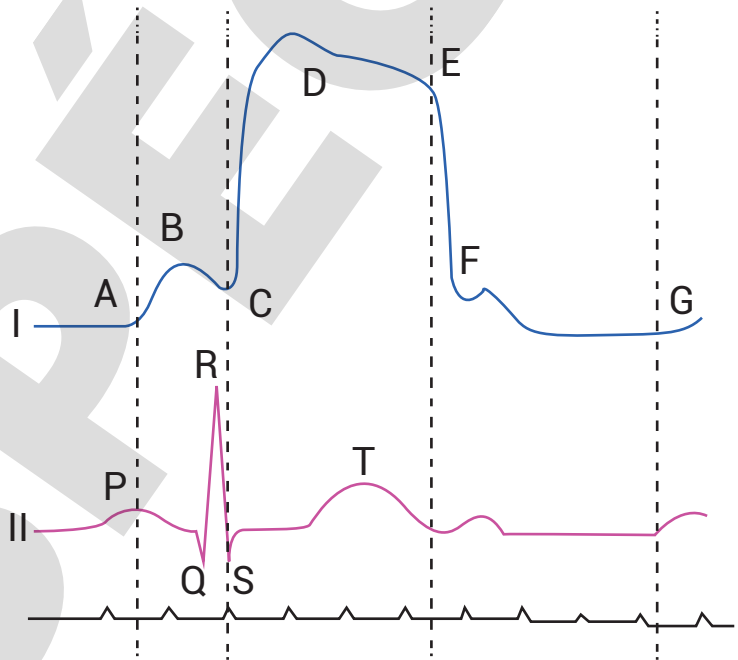


Figure 4 : schéma d'une révolution cardiaque

Document 6 : cardiogramme de la grenouille

Document 7 : dispositif d'enregistrement de l'électrocardiogramme

Document 8 : électrocardiogramme



Document 9 : cardiogramme (I) et électrocardiogramme humains (II)

SPÉCIMEN

Activité 2

- ***Observe les schémas et les tracés des document 5 et 6.***
- ***Décris-les***
- ***Précise le fonctionnement du cardiographe***
- ***Analyse les tracés 6 ; 7 ; 8 et 4.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion***

Le point de l'activité

Le cardiogramme de grenouille (document 6) est composé d'une succession de tracés identiques qui se répètent de façon régulière. Le tracé ABCDE correspond à un seul battement cardiaque appelé révolution cardiaque. Celle-ci comporte deux (2) courbes successives :

- la courbe ABC, de petite amplitude, correspond à l'activité des oreillettes et elle comprend une phase ascendante AB représentant la contraction des oreillettes ou **systole auriculaire** et une phase descendante BC correspondant au relâchement des oreillettes ou **diastole auriculaire**.
- la courbe CDE, d'amplitude plus grande, correspond à l'activité du ventricule et elle comprend une phase ascendante CD représentant la contraction du ventricule ou **systole ventriculaire** qui débute avant la fin du relâchement des oreillettes et une phase DE correspondant au relâchement du ventricule et l'ensemble du myocarde ou **diastole générale**.
- Chez l'Homme, l'enregistrement des battements cardiaques (phénomènes mécaniques) est fait à l'aide d'un cardiographe et les phénomènes électriques sont enregistrés à l'aide d'un électrocardiographe (document 7) constitué d'électrodes réceptrices reliées à un oscilloscope cathodique. Pour réaliser un ECG, de nombreuses électrodes (entre 12 et 15) sont utilisées. Elles sont placées sur le thorax mais aussi au niveau des bras et des jambes. Ces électrodes transmettent à l'oscilloscope les manifestations électriques du cœur qui apparaissent sous forme d'une courbe appelée **électrocardiogramme** (document 8).
- Le document 9 présente un **cardiogramme humain** (I) correspondant à la courbe ABCDEFG et un **électrocardiogramme humain** (II) illustré par la courbe PQRST.Le cardiogramme humain (I) comporte une phase ABC correspondant à l'activité des oreillettes, une phase CDE correspondant à l'activité des ventricules et une phase EFG correspondant à la diastole générale ou période d'arrêt simultané de l'activité des oreillettes et des ventricules. L'ECG (document 9) présente trois groupes d'ondes successives qui sont l'onde P, le complexe d'ondes QRS et l'onde T. L'électrocardiogramme traduit donc l'ensemble des phénomènes électriques qui accompagnent la révolution cardiaque. Chaque type d'onde correspond à une phase de la révolution cardiaque.

SPECIMEN

L'**onde P** traduit la **dépolarisation** des oreillettes et déclenche leur contraction (systole auriculaire).

Le **complexe QRS** traduit la dépolarisation des ventricules et déclenche leur contraction (systole ventriculaire).

L'**onde T** traduit la **repolarisation** des ventricules à l'origine du relâchement du cœur (diastole générale).

Le fonctionnement du cœur rythmique est détecté par plusieurs techniques utilisant des appareils.

Vérifie tes acquis

Texte ci-dessous est relatif à l'activité cardiaque.

Le cœur est un organe doué ....**1**..... Les potentiels d'action qui provoquent ses contractions prennent naissance spontanément dans le ....**2**..... Chez l'Homme, cette activité électrique constitue ....**3**.... (ECG). Elle comporte les ondes suivantes : ....**4**.... qui précède la systole auriculaire, le complexe d'ondes QRS qui précède la ....**5**.... , et ....**6**.... qui se produit au cours de la diastole ventriculaire. L'ECG précède toujours le ....**7**...., car il est à l'origine de la contraction cardiaque. L'activité des oreillettes qui est composée de la systole auriculaire suivie de la ....**8**.... est suivie de celle des ventricules qui est composée de la systole ventriculaire suivie de la diastole ventriculaire. La ....**9**.... correspond au repos général du cœur.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : l'onde T ; tissu nodal ; diastole générale ; systole ventriculaire ; l'onde P ; l'électrocardiogramme ; diastole auriculaire ; d'automatisme ; cardiogramme.

L'ACTION DU SYSTÈME NERVEUX SUR L'ACTIVITÉ CARDIAQUE

L'INNERVATION CARDIAQUE ET L'ACTION DES NERFS ET DES CENTRES NERVEUX SUR L'ACTIVITÉ CARDIAQUE

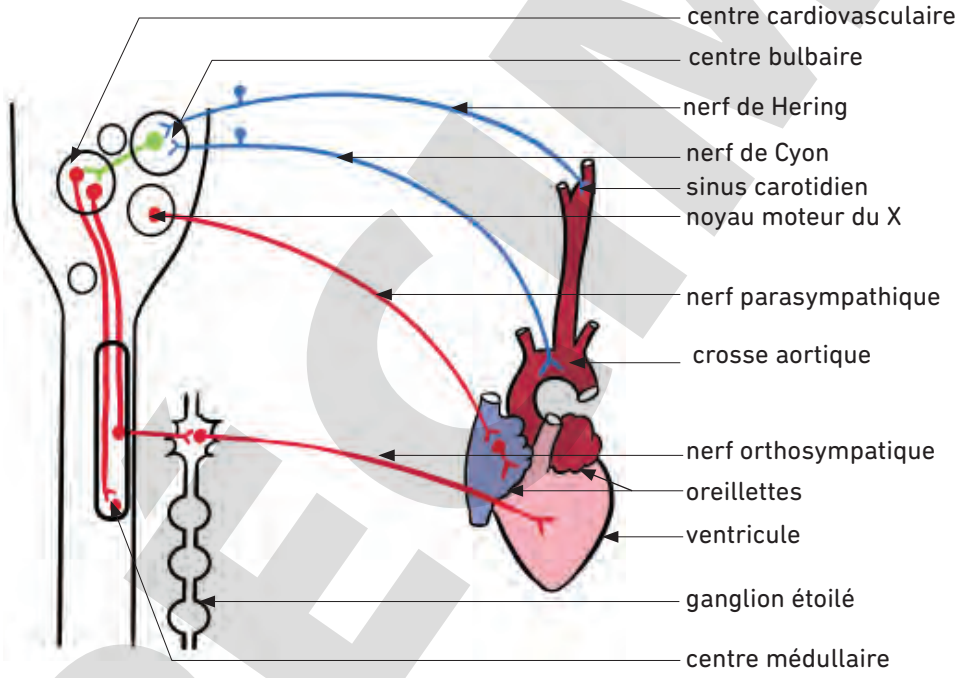
Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de l'action des nerfs et des centres nerveux sur l'activité cardiaque.***
- ***Décris et le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

SPÉCIMEN

Le point de l'activité

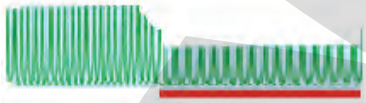
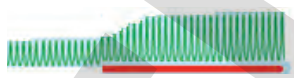
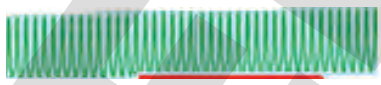
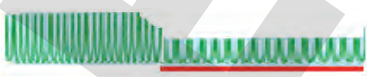
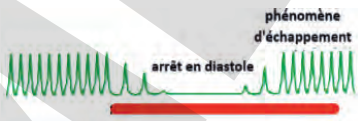
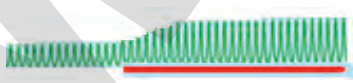
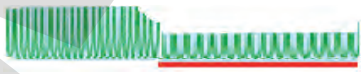
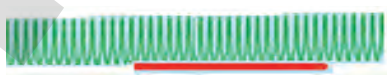
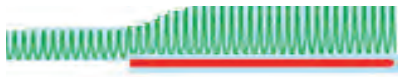
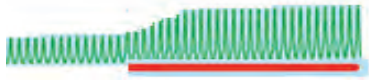
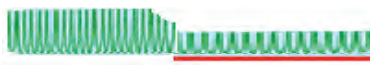
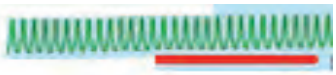
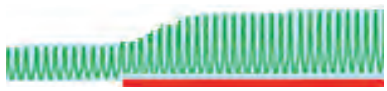
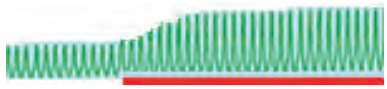
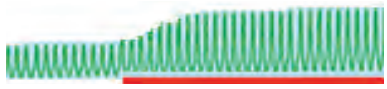
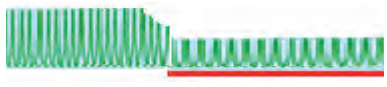
En vue de déterminer l'action des nerfs et des centres nerveux sur l'activité cardiaque, les nerfs qui innervent le cœur sont isolés après une dissection et des expériences sont réalisées.
Le cœur est innervé par les nerfs sino-aortiques qui sont les nerfs de Cyon et de Hering, le nerf parasympathique ou nerf X ou nerf vague et le nerf orthosympathique ou nerf sympathique. (document 10).
Le nerf de Cyon et le nerf de Hering partent respectivement du sinus carotidien et de la crosse aortique au centre bulbaire.
Le nerf X ou nerf parasympathique ou nerf vague ou nerf pneumogastrique part du noyau moteur du X à l'oreillette droite tandis que le nerf orthosympathique part du centre cardio-médullaire au ventricule avec un relai au niveau du ganglion étoilé.
Les nerfs sino-aortiques, le nerf X et le nerf orthosympathique sont d'abord stimulés, ensuite ils sont sectionnés et leurs bouts centraux et périphériques sont stimulés. Quant aux centres nerveux, ils sont d'abord stimulés puis inhibés (document 11).



Document 10 : schéma montrant les centres nerveux et les nerfs qui innervent le cœur

Les résultats sont représentés par les documents 10 et 11

SPECIMEN

Nerfs et centre nerveux cardiaques	Expériences	Résultats
Nerf X ou nerf parasympathique ou nerf pneumogastrique	Stimulation du nerf X avec une intensité faible pendant un temps bref	
	Section du nerf X	
	Stimulation du bout central du nerf X sectionné	
	Stimulation du bout périphérique du nerf X sectionné	
	Stimulation du nerf X avec une intensité forte pendant un long temps	
Nerf orthosympathique ou sympathique	Stimulation du nerf orthosympathique	
	Section du nerf orthosympathique	
	Stimulation du bout central du nerf orthosympathique sectionné	
	Stimulation du bout périphérique du nerf orthosympathique sectionné	
Nerfs sino-aortiques (nerf de Hering et nerf de Cyon)	Section des nerfs sino-aortiques	
	Stimulation des bouts centraux des nerfs sino-aortiques sectionnés	
	Stimulation des bouts périphériques des nerfs sino-aortiques sectionnés	
Centre bulbaire	Stimulation du centre bulbaire	
	Inhibition centre bulbaire	
Centre cardio-médullaire	Stimulation du centre cardio-médullaire	
	Inhibition du Centre cardio-médullaire	

Document 11 : expériences de mise en évidence de l'action des nerfs et des centres nerveux sur l'activité cardiaque

SPECIMEN

Activité 2

- *Observe le schéma et les tracés des documents 10 et 11.*
- *Identifie les nerfs cardiaques et les centres nerveux.*
- *Analyse les tracés du document 10.*
- *Interprète-les.*
- *Tire une conclusion.*

Le point de l'activité

La stimulation du **nerf parasympathique**, des **nerfs sino-aortiques**, du **centre bulbaire** et l'inhibition du **centre cardio-médullaire** entraîne un ralentissement du rythme cardiaque ou **bradycardie**. La stimulation prolongée du nerf parasympathique entraine un ralentissement du rythme cardiaque avec une diminution de l'amplitude des contractions cardiaques, un arrêt du cœur en diastole suivi d'une reprise progressive des battements cardiaques. Le nerf parasympathique, les nerfs sino-aortiques et le centre bulbaire ont une **action cardio-modératrice**.

La stimulation du **nerf orthosympathique**, du centre cardio-médullaire et l'inhibition du **centre bulbaire** entraînent une accélération du rythme cardiaque ou **tachycardie** ; cela montre que le nerf orthosympathique et le centre cardio-médullaire ont une action **cardio-accélératrice.**

La stimulation des **bouts centraux** des nerfs parasympathique et orthosympathique sectionnés n'a aucun effet mais la stimulation de leurs **bouts périphériques** entraine une **bradycardie** pour le nerf parasympathique et une **tachycardie** pour le nerf orthosympathique ; ce qui montre que ces nerfs conduisent l'influx nerveux du centre nerveux au cœur. Ces nerfs sont des **nerfs moteurs** ou **conducteurs centrifuges**.

La stimulation des bouts centraux des nerfs sino-aortiques sectionnés entraine une bradycardie mais la stimulation de leurs bouts périphériques n'a aucun effet sur l'activité cardiaque ; cela montre que ces nerfs conduisent l'influx nerveux des récepteurs au centre nerveux. Ces nerfs sont des **nerfs sensitifs** ou **conducteurs centripètes**.

Les nerfs sino-aortiques (nerfs de Cyon et de Hering) sont des nerfs sensitifs qui transmettent des influx nerveux sensitifs au centre bulbaire cardio-modérateur. Ces influx sensitifs, transformés en moteurs dans le centre bulbaire sont transmis au nerf parasympathique qui entraine la bradycardie.

Les nerfs orthosympathiques stimulés exercent une action accélératrice sur le rythme cardiaque.

La stimulation du nerf X entraine une bradycardie alors que celle du nerf orthosympathique entraîne une tachycardie. Ces deux nerfs ont des **actions antagonistes** sur l'activité cardiaque.

SPECIMEN

Vérifie tes acquis

Les nerfs et les centres nerveux en relation avec le cœur et leur action sur le rythme cardiaque sont consignés dans le tableau ci-dessous

Nerfs et centres nerveux	Actions sur le rythme cardiaque
1- Nerf de Cyon 2- Nerf parasympathique 3- Centre médullaire 4- Nerf de Herring 5- Nerf orthosympathique 6- Centre bulbaire 7- Nerf vague 8- Nerf pneumogastrique 9- Nerf X	a- Accélération du rythme cardiaque b- Ralentissement du rythme cardiaque

Associe chaque nerf ou centre nerveux à l'action qu'il exerce sur le rythme cardiaque, en utilisant les chiffres et les lettres.

L'ADAPTATION DE L'ACTIVITÉ CARDIAQUE AUX BESOINS DE L'ORGANISME

LA RÉGULATION DE LA PRESSION ARTÉRIELLE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la régulation de pression artérielle.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer la régulation de l'activité cardiaque, les expériences des figures 5 et 7 sont réalisées.

Dans un premier temps, les carotides primitives sont pincées (document 12 figure 5) et les carotides situées au-dessus des sinus carotidiens sont ligaturées (document 13 figure 7).

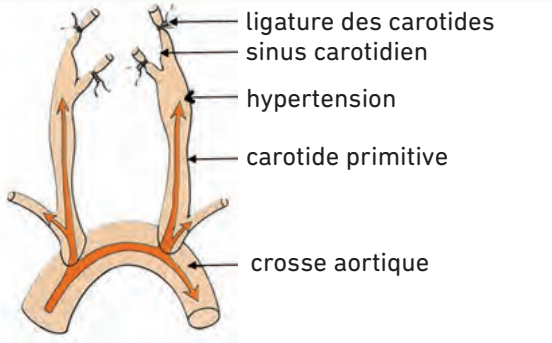


Figure 5: ligature basse des carotides primitives

SPECIMEN

Dans un second temps, les pinces et les ligatures sont supprimées. La fréquence cardiaque est enregistrée (figures 6 et 8) et la pression sanguine est mesurée au niveau du sinus carotidien dans chaque cas.

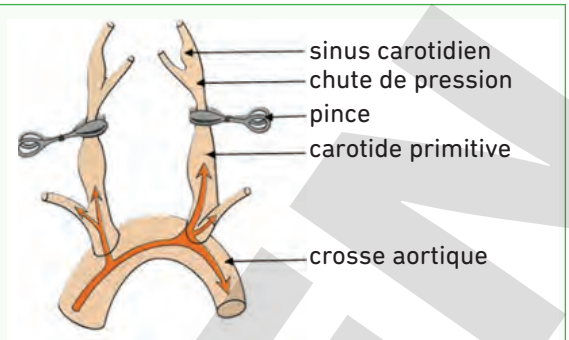


Figure 7 : ligature haute du sinus carotidien

Document 12 : l'effet de la ligature des carotides primitives sur la fréquence cardiaque et la pression artérielle

Les résultats de ces expériences sont présentés par les courbes des figures 6 et 8 des documents 12 et 13

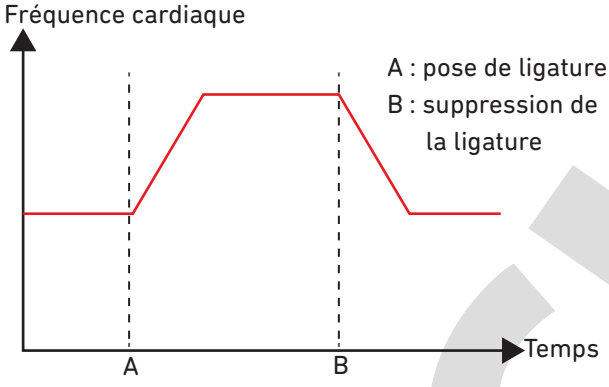


Figure 6 : courbe de variation de la fréquence cardiaque au cours de la ligature des carotides primitives

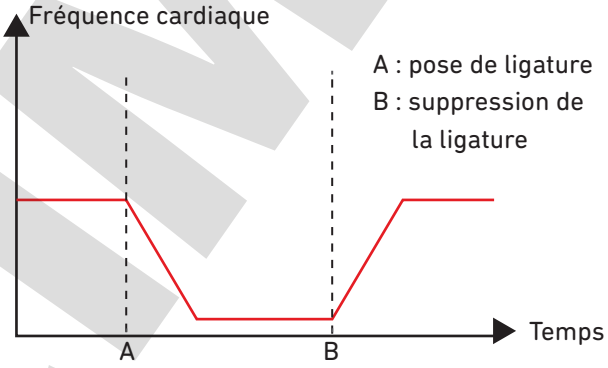


Figure 8 : courbe de variation de la fréquence cardiaque au cours de la ligature du sinus carotidien

Document 13 : Expérience de mise en évidence de l'effet de la ligature du sinus carotidien sur la fréquence cardiaque et la pression artérielle

Activité 2

- ***Observe les schémas et les tracés des documents 12 et 13.***
- ***Analyse les tracés du document 10.***
- ***Interprète-les.***
- ***Réalise le schéma de la régulation de l'activité cardiaque.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

La **ligature basse** des carotides primitives provoque une **baisse de la pression artérielle** (hypotension artérielle) au niveau du sinus carotidien. Il existe au niveau du sinus carotidien, duquel part le nerf de Hering, des **barorécepteurs** ou **mécanorécepteurs** sensible à la baisse de la pression artérielle. La baisse de la pression artérielle entraine une faible stimulation du **nerf de Hering** et l'activité cardiomodératrice du nerf X diminue suite à l'inhibition du centre cardiomodérateur et à l'activation du centre médullaire cardioaccélérateur.

SPÉCIMEN

Ce centre cardioaccélérateur activé entraine une augmentation de l'activité du nerf orthosympathique qui provoque une accélération du rythme cardiaque (tachycardie) pour normaliser la pression sanguine.

La **ligature haute** des sinus carotidiens entraine une augmentation de la pression artérielle (hypertension artérielle). Les **mécanorécepteurs** sensibles à cette augmentation de la pression artérielle stimulent le **nerf de Hering** qui active le centre cardiomodérateur. Cette activation du centre cardiomodérateur entraine une forte stimulation du **nerf X** dont l'activité provoque un ralentissement du rythme cardiaque (bradycardie) pour normaliser la pression artérielle. Pendant ce temps, le centre cardioaccélérateur est inhibé et l'activité du nerf orthosympathique baisse.

Au niveau de la crosse aortique, d'où part le **nerf de Cyon**, il existe aussi des barorécepteurs qui perçoivent toutes variations de pression artérielle. Le nerf de Cyon a la même activité que le nerf de Hering dans la régulation de l'activité cardiaque.

Le cœur adapte son activité en fonction des besoins de l'organisme. Lorsque la pression artérielle augmente, la fréquence cardiaque diminue et vice versa.

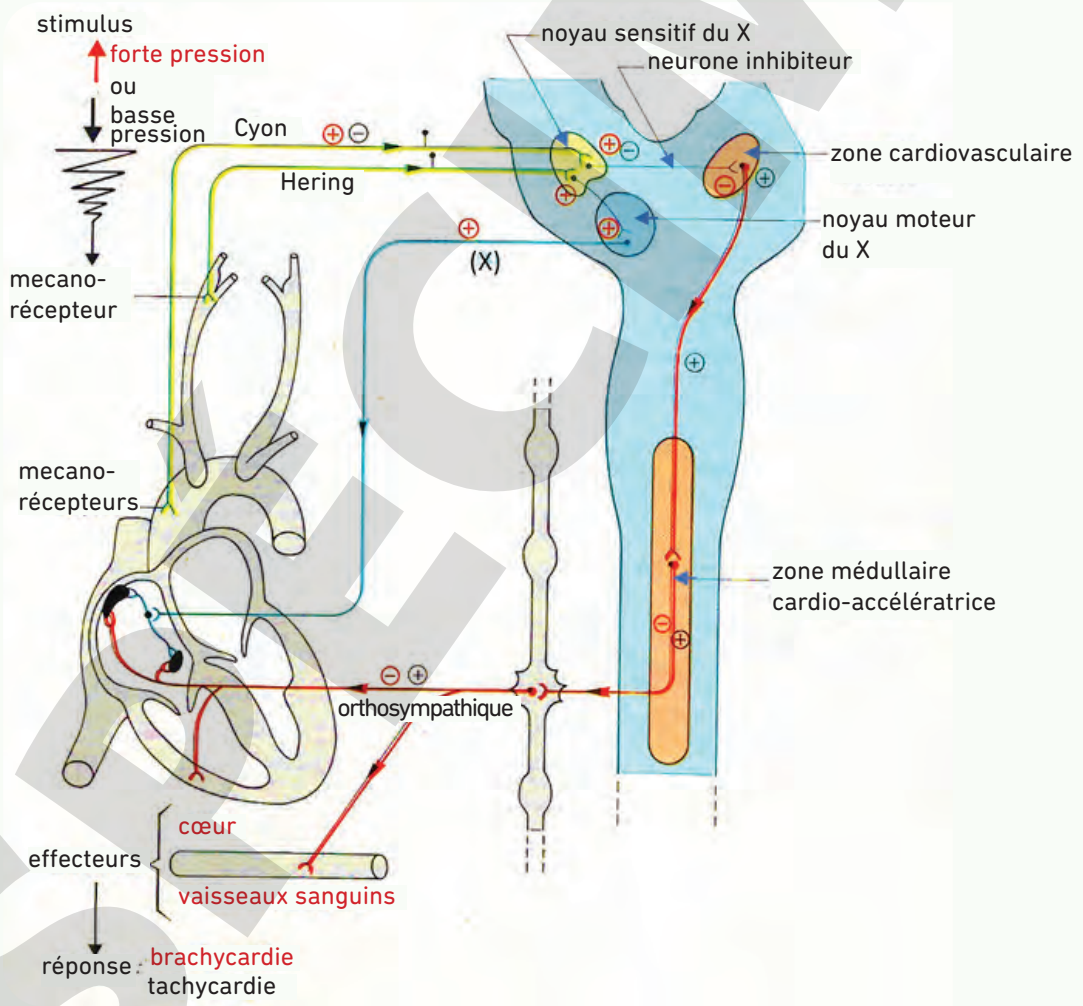


Schéma de la régulation de l'activité cardiaque

SPECIMEN

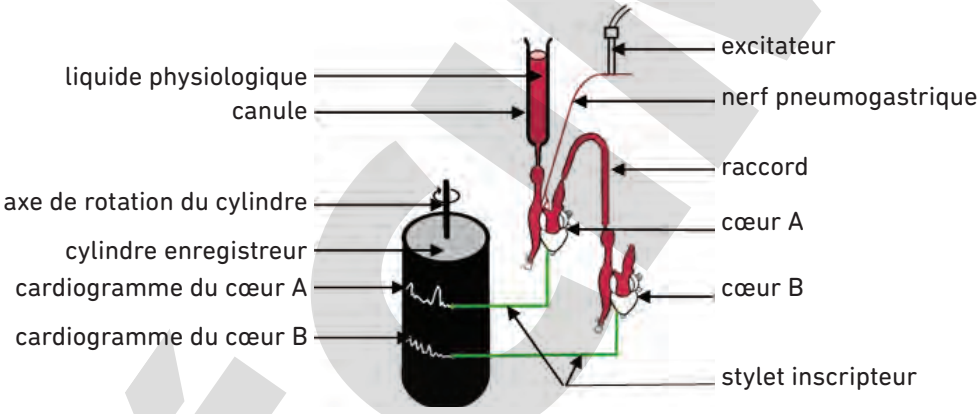
LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL DE LOEWI ET L'ACTION DE QUELQUES SUBSTANCES CHIMIQUES SUR L'ACTIVITÉ CARDIAQUE

Activité 1

- *Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la régulation de l'activité cardiaque.*
- *Décris le dispositif et le protocole expérimental.*
- *Relève les résultats de l'expérience.*

Le point de l'activité

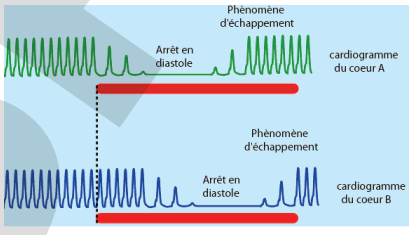
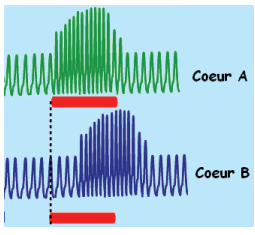
Dans le but de déterminer le mode d'action de certaines substances sur le rythme cardiaque, les expériences du document 15 sont réalisées à l'aide du dispositif expérimental de Loewi (document 14).
Le dispositif expérimental de Loewi est constitué de deux cœurs A et B de grenouilles reliés par un raccord qui permet le passage du liquide de perfusion du cœur A au cœur B.
Les nerfs parasympathique et orthosympathique du cœur A reliés à un stimulateur. Une canule contenant le liquide physiologique est enfoncée dans le bulbe artériel. Chaque cœur est relié au cylindre d'enregistreur par un stylet inscripteur.



Document 14 : schéma du dispositif expérimental de Loewi

Loewi excite l'un après l'autre les nerfs pneumogastrique orthosympathique du cœur A, puis enregistre les réponses des deux cœurs à l'aide du dispositif expérimental (document 14).
Il ajoute au liquide de perfusion des substances chimiques telque l' acétylcholine et la noradréinaline puis enregistre les réponses des deux cœurs.

Les résultats de ces expériences sont présentés par le document 15.

Expériences	Stimulation du nerf parasympathique Ajout de l'acétylcholine au liquide de perfusion	Stimulation du nerf orthosympathique Ajout de la noradrénaline au liquide de perfusion
Résultats		

Document 15 : expériences de mise en évidence de l'action des substances chimiques sur le rythme cardiaque et leurs résultats

SPÉCIMEN

Le point de l'activité

La stimulation du nerf parasympathique (nerf vague, nerf X ou nerf pneumogastrique) ou l'ajout de l'acétylcholine au liquide de perfusion provoque un ralentissement du rythme cardiaque et une diminution de l'amplitude des contractions suivis d'un arrêt du cœur en diastole, puis d'une reprise lente du rythme cardiaque du cœur A : c'est le **phénomène d'échappement**. Les mêmes variations du rythme cardiaque du cœur A s'observent au niveau du cœur B avec un retard. L'acétylcholine exerce la même action modératrice que le nerf parasympathique stimulé sur le rythme cardiaque : c'est une **substance cardio-modératrice.**

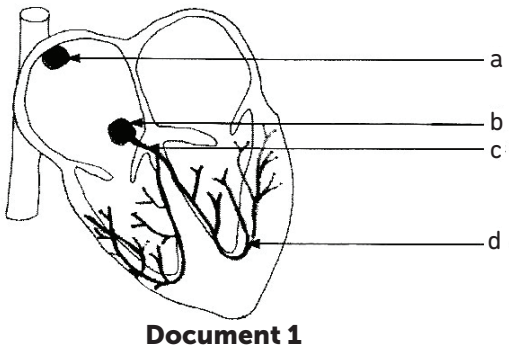
L'excitation du nerf pneumogastrique provoque la libération dans le liquide de perfusion du cœur A de l'acétylcholine, qui provoque à distance les mêmes effets sur le cœur B, d'où le retard observé. L'acétylcholine libérée au niveau des synapses agit en ralentissant le rythme cardiaque jusqu'à l'arrêt du cœur en diastole mais elle est rapidement hydrolysée par la cholinestérase, d'où le phénomène d'échappement. L'acétylcholine qui est libérée par le nerf pneumogastrique ou nerf vague est dite substance vagale.

Le **nerf parasympathique** agit sur le muscle cardiaque par l'intermédiaire de l'acétylcholine. L'acétylcholine est donc est un **médiateur chimique**.
Un médiateur chimique est une substance chimique permettant la transmission de l'influx nerveux d'un neurone à une autre cellule (nerveuse, musculaire ou glandulaire).
La stimulation du nerf orthosympathique ou l'ajout de la noradrénaline au liquide de perfusion provoque une accélération du rythme cardiaque et une augmentation de l'amplitude des contractions du cœur A puis du cœur B suivies d'une reprise normale du rythme cardiaque.
La noradrénaline exerce la même action que le nerf pneumogastrique sur le rythme cardiaque : c'est une **substance cardio-accélératrice.**

L'excitation du **nerf orthosympathique** provoque la libération, dans le liquide physiologique du cœur A, de la noradrénaline ou adrénaline. Cette substance provoque à distance les mêmes effets sur le cœur B, d'où le retard observé.
Le nerf orthosympathique agit donc sur le muscle cardiaque par l'intermédiaire de l'adrénaline.
L'adrénaline est le médiateur chimique libéré par les nerfs orthosympathiques.
Le nerf X ralentit le rythme cardiaque par l'intermédiaire de l'acétylcholine et le nerf orthosympathique accélère le rythme cardiaque par l'intermédiaire de la noradrénaline ou l'adrénaline.

Utilise tes acquis

En vacances au village, ton petit frère, en classe de 2de C, découvre, dans un piège de ton oncle, un varan fraîchement capturé. Une fois dépecé, il remarque que le cœur isolé de l'animal continue de battre pendant plusieurs minutes. Curieux, il veut comprendre le fonctionnement du cœur. Pour l'aider, tu t'appuies sur les documents ci-contre



Document 1

SPECIMEN

	Expériences	Résultats
A	On détruit le tissu nodal	Arrêt des battements cardiaques
B	On détruit le nœud sinusal	Arrêt puis reprise des battements cardiaques à un rythme ralenti
C	On détruit les nœuds sinusal et septal	Arrêt des battements cardiaques
D	On sectionne le faisceau de His	Rythme normal des oreillettes et ralentissement du rythme des ventricules

Document 2

1- Annote le document 1.
2- Analyse les résultats des expériences représentés par le document 2.
3- Interprète-les.
4- Déduis l'origine de l'automatisme cardiaque.

Retiens l'essentiel

Le cœur est un organe musculeux creux logé dans la cage thoracique. Il est doué d'automatisme et son activité est modulée par le système nerveux. Le tissu nodal est le pacemaker ou l'excitateur du cœur. Il est constitué du nœud sinusal localisé dans la paroi de l'oreillette droite, au niveau de la veine cave supérieure, du nœud septal localisé dans le myocarde de la paroi auriculo-ventriculaire, lequel est prolongé par le faisceau de His, localisé dans la cloison intraventriculaire et qui se ramifie en réseau de Purkinje.

L'activité électrique qui naît dans le tissu nodal se propage dans le myocarde et provoque la contraction des oreillettes et des ventricules. Chez l'Homme, cette activité électrique constitue l'électrocardiogramme. Il comporte l'onde P qui précède la systole auriculaire ; le complexe d'ondes QRS qui précède la systole ventriculaire et l'onde T qui se produit au cours de la diastole ventriculaire.

L'activité cardiaque est influencée par le système nerveux central qui peut provoquer l'accélération ou le ralentissement de son rythme, en fonction des besoins de l'organisme. Cette influence s'exerce par l'intermédiaire du système orthosympathique (système cardio accélérateur) ou du système parasympathique (système cardio modérateur).

Le cœur est innervé par plusieurs nerfs. Les nerfs sino-aortiques (nerfs de Cyon et de Hering) sont des nerfs sensitifs qui transmettent des influx nerveux sensitifs au centre bulbaire cardio-modérateur. Les nerfs parasympathiques ou nerfs vagues ou encore nerfs X sont des nerfs moteurs qui ralentissent le rythme cardiaque par l'intermédiaire de l'acétylcholine. Les nerfs orthosympathiques exercent une action accélératrice sur le rythme cardiaque par l'intermédiaire de l'adrénaline. Le système parasympathique et le système orthosympathique sont donc antagonistes.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'automatisme cardiaque.

1- L'automatisme cardiaque naît dans le nœud septal.

2- Un cœur de grenouille isolé de l'organisme continue de battre.

3- Le nœud sinusal est le pacemaker de la contraction cardiaque.

4- L'origine des battements du cœur se trouve dans la moelle épinière.

5- Le tissu nodal est le siège de l'automatisme du cœur.

6- L'influx nerveux qui naît spontanément dans le nœud septal est à l'origine de l'automatisme cardiaque.

7- Le nœud septal, le nœud sinusal, le faisceau de His et le réseau de Purkinje sont responsables de l'automatisme cardiaque.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 En réponse à la consigne suivante « précise l'influence du système nerveux sur l'activité du cœur », les élèves font les propositions ci-dessous.

1- L'activité cardiaque est influencée par le système nerveux.

2- Les nerfs sino-aortiques sont des nerfs sensitifs qui transmettent des influx nerveux sensitifs au centre bulbaire cardio-modérateur.

3- La section du nerf de Hering et du nerf de Cyon entraine une bradycardie.

4- Les nerfs parasympathiques exercent une action accélératrice sur le rythme cardiaque.

5- Le nerf orthosympathique exerce une action modératrice sur l'activité cardiaque.

6- L'excitation du bout central du nerf X entraine un ralentissement du rythme cardiaque.

7- L'excitation du bout périphérique du nerf orthosympathique entraine une accélération du rythme cardiaque.

Relève les chiffres des propositions justes.

3 Le tableau ci-dessous présente des activités du cœur et leurs significations.

Activités du cœur	Significations
1- ÉLectrocardiogramme	a- Contraction du cœur
2- Rythme cardiaque	b- Enregistrement de l'activité électrique du cœur.
3- Diastole	c- Ralentissement du rythme cardiaque
4-Tachycardie	d- Enregistrement de l'activité mécanique du cœur
5- Systole	e- Relâchement du cœur après contraction
6- Bradycardie	f- Accélération du rythme cardiaque
7- Cardiogramme	g- Nombre de battements cardiaques par unité de temps

Associe chaque activité du cœur à sa signification, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPÉCIMEN

4 Des étapes de la régulation du rythme cardiaque suite à un exercice physique te sont données dans le désordre.

A- Excitation du centre cardio-modérateur et inhibition du centre cardio-accélérateur.

B- Augmentation de la fréquence des potentiels d'action dans le nerf de Cyon.

C- Augmentation de la fréquence des potentiels d'action dans le nerf X.

D- Libération accrue de l'acétylcholine.

E- Excitation de la crosse aortique.

F- Diminution de la pression artérielle jusqu'à sa valeur normale.

G- Augmentation de la pression artérielle au-dessus de sa valeur normale.

H- Diminution de l'activité du nœud sinusal.

Range ces étapes dans l'ordre du déroulement normal de la régulation cardiaque, en utilisant les lettres.

5 Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte à l'automatisme cardiaque et l'influence du système nerveux sur l'activité cardiaque.

Chez les mammifères, le cœur est un muscle creux comportant quatre cavités. Lorsqu'il est isolé de l'organisme, il est capable de battre pendant quelques minutes. Il est donc doué...**1**.... Le siège de l'automatisme cardiaque est localisé dans le .....**2**..... L'activité cardiaque est sous l'influence du.....**3**.... central qui peut provoquer le....**4**....ou l'accélération de son rythme. Le cœur est innervé par plusieurs nerfs qui sont les nerfs de....**5**....et de Hering, les nerfs parasympathiques et les nerfs.....**6**..... Les nerfs....**7**....ralentissent le rythme cardiaque par l'intermédiaire de ....**8**....tandis que les nerfs orthosympathiques provoquent une....**9**... du rythme cardiaque par l'intermédiaire de ..**10**.....

Complète le texte en associant à chaque chiffre le mot ou groupe de mots qui convient : ralentissement ; Cyon ; accélération ; l'acétylcholine ; tissu nodal ; parasympathiques ; d'automatisme ; système nerveux ; orthosympathiques.

6 Le tableau ci-dessous présente les significations et les effets des ondes de l'électrocardiogramme sur l'activité cardiaque.

Ondes de l'électrocardiogramme	Significations / effets
1- Onde P 2- Complexe d'ondes QRS 3- Onde T	a- Dépolarisation des oreillettes b- Déclenchement de la systole ventriculaire c- Relâchement du cœur d- Déclenchement de la systole auriculaire e- Dépolarisation des ventricules f- Repolarisation des ventricules

Associe chaque onde de l'électrocardiogramme à sa signification et à son effet sur l'activité cardiaque, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent aux actions des nerfs sur le rythme cardiaque.

1 - Le nerf X :

a- exerce une action cardio-modératrice ;

b- libère l'acétylcholine ;

c- libère l'adrénaline.

2 - Le nerf orthosympathique :

a- exerce une action cardio-accélératrice ;

b- libère l'acétylcholine ;

c- libère l'adrénaline

3 - Le nerf de Cyon est un nerf :

a- moteur ;

b- cardio-modérateur ;

c- sensitif.

4-Le nerf de Hering est un nerf :

a- cardio-modérateur ;

b- moteur ;

c- sensitif.

Relève, dans chaque proposition, la proposition fausse, en utilisant les chiffres et les lettres.

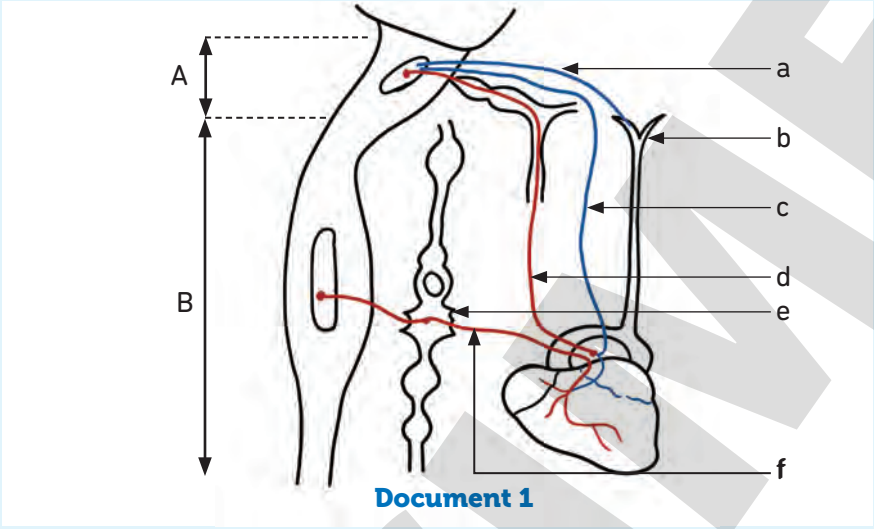
8 Le texte lacunaire ci-après est relatif au fonctionnement du cœur.

Le cœur est une pompe musculaire qui assure la mise en mouvement du...**1**.... La ...**2**... normale est comprise entre 50 et 80 battements par minute. Elle résulte du fonctionnement du ...**3**... capable d'entraîner la contraction de l'ensemble du myocarde : c'est ... **4**... Elle s'explique par l'apparition de l'influx nerveux de façon rythmique et spontanée dans les cellules du ... **5**... . Cet influx nerveux se propage ensuite dans toutes les directions et s'étend à tout le myocarde auriculaire de manière à provoquer la ... **6**... . L'influx nerveux converge vers le ... **7**... puis se transmet aux ventricules par l'intermédiaire du ... **8**... localisé dans la cloison intraventriculaire et du ... **9**... situé dans les parois ventriculaires, de manière à provoquer la ... **10**... . Le fonctionnement coordonné du cœur résulte de l'intervention du ...**11**... qui exerce en permanence un ralentissement de la fréquence cardiaque.

Complète le texte avec les mots ou groupes de mots suivants : **contraction des oreillettes ; l'automatisme cardiaque ; nœud septal ; fréquence cardiaque ; faisceau de His ; contraction des ventricules ; tissu nodal ; système nerveux ; sang ; nœud sinusal ; réseau de Purkinje.**

SPÉCIMEN

1 Les conducteurs de minicars et leurs accompagnateurs consomment du café concentré, chaque matin, en vue d'être éveillés et endurants durant toute la journée. Très nerveux et violents, l'un d'eux est conduit à l'hôpital, suite à une bagarre avec un client. Le médecin l'informe que le café excite les nerfs et qu'il peut conduire à des problèmes cardiaques s'il n'arrête pas de boire le café concentré.
Curieux, il veut comprendre la relation entre les nerfs excités par la caféine et le fonctionnement du cœur. Il te sollicite. Tu te sers du document ci-dessous pour l'aider.



Document 1

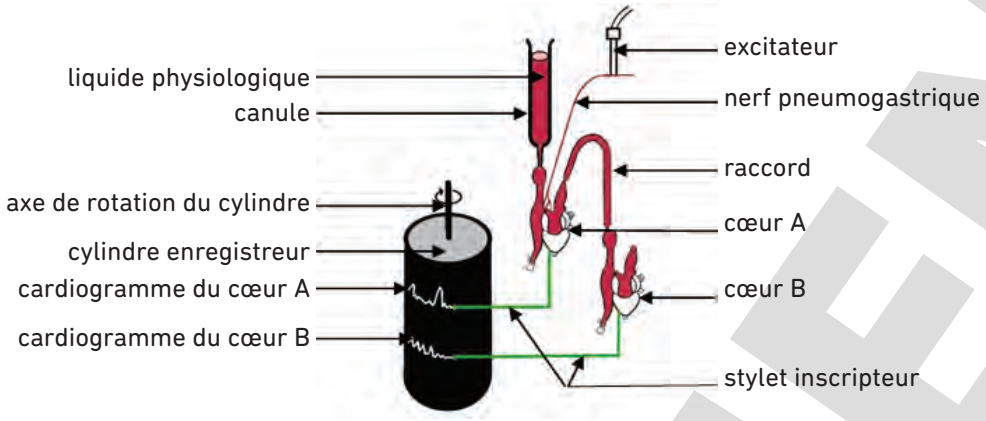
Nerfs sectionnés	Effet de la section	Effet de l'excitation électrique	
		Bout central	Bout périphérique
a	Résultats		
	Augmentation de la fréquence cardiaque.	Diminution de la fréquence cardiaque	Aucun effet
d	Augmentation de la fréquence cardiaque.	Aucun effet	Diminution de la fréquence cardiaque.
f	Diminution de la fréquence cardiaque.	Aucun effet	Augmentation de la fréquence cardiaque.

Document 2

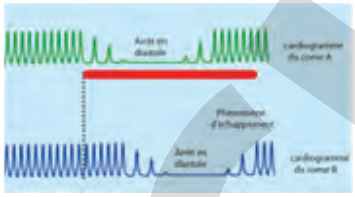
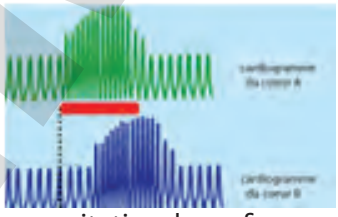
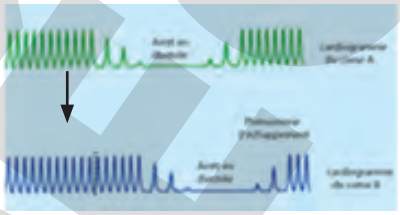
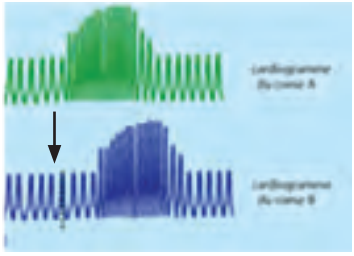
1- Annote le document 1, en utilisant les lettres.
2- Analyse les résultats des expériences réalisées présentés par le document 2.
3- Interprète-les.
4- Déduis le rôle des nerfs a, d et f.

2 Un élève, en classe de seconde découvre dans une revue scientifique que l'automédication peut provoquer un dysfonctionnement du cœur, car certains médicaments contiennent des substances chimiques similaires à celles libérées par les nerfs pour accélérer ou ralentir le rythme cardiaque. Il veut connaître l'origine et la nature de ces substances chimiques qui modifient la fréquence cardiaque. Il sollicite ton aide. Tu t'appuies sur les documents 1 et 2 ci-après pour l'informer.

PREVIEW



Document 1 : dispositif expérimental

Expériences	Stimulation du nerf parasympathique (I) ou ajout de l'acétylcholine au liquide de perfusion (II)	Stimulation du nerf orthosympathique (III) ou ajout de la noradrénaline au liquide de perfusion (IV)
Résultats	I  excitation du nerf parasympathique	II  excitation du nerf orthosympathique
	III  → introduction d'ACH dans le liquide physiologique	IV  → introduction de la noradrénaline dans le liquide physiologique

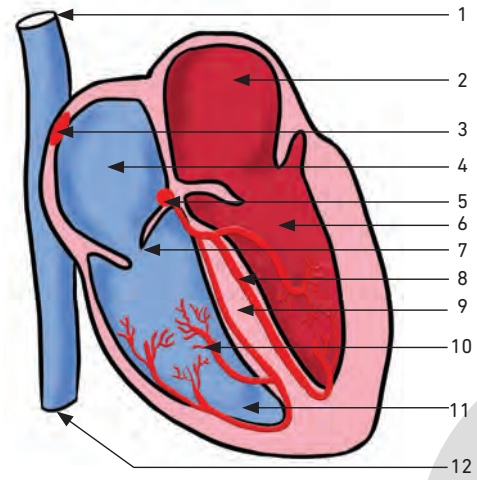
Document 2 : enregistrements de l'activité des cœurs A et B après excitation des nerfs et en présence de substances chimiques

1- Analyse les enregistrements I et II d'une part et les enregistrements III et IV, d'autre part.
2- Interprète les résultats observés.
3- Déduis la notion de médiateur chimique.

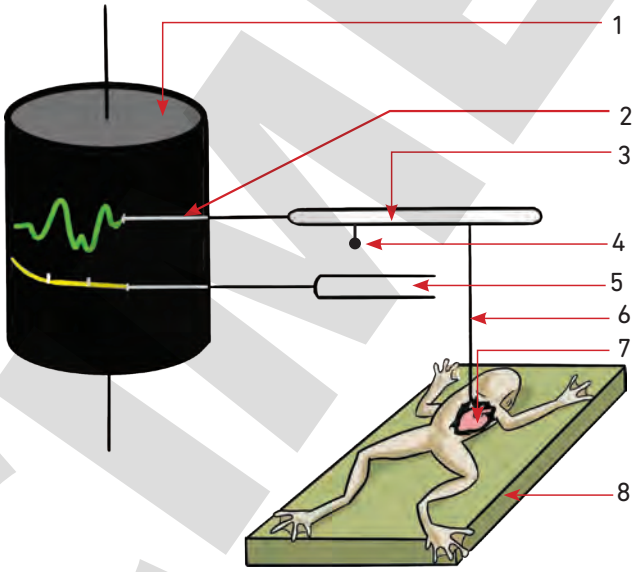
SPECIMEN

L'organisme humain possède plusieurs types de muscles dont le cœur et le muscle strié squelettique représentés par les schémas du document 1. Un élève de terminale D de ton établissement informe son camarade de classe, absent durant le cours sur le fonctionnement du cœur, que le cœur, bien qu'innervé, fonctionne de façon autonome.

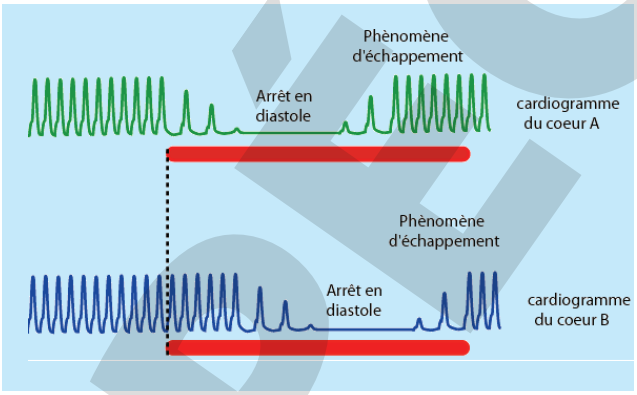
Pour comprendre le fonctionnement du cœur, le rôle du système nerveux et celui de certaines substances chimiques sur le rythme cardiaque, ce dernier découvre, au cours de ses recherches dans un manuel de biologie, les documents ci-dessous.



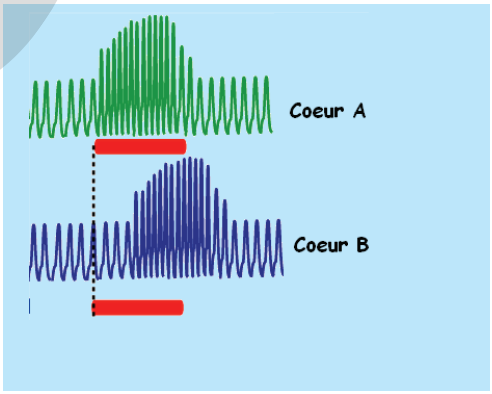
Document 1



Document 2



Document 3 : effet du nerf X ou de l'acétylcholine sur le rythme cardiaque



Document 4 : effet du nerf orthosympathique ou de l'adrénaline sur le rythme cardiaque

Éprouvant des difficultés pour exploiter les documents, il sollicite ton aide.

1- Explique le fonctionnement du cœur en te servant du document 1.

2- Détermine le rôle des nerfs cardiaques.

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

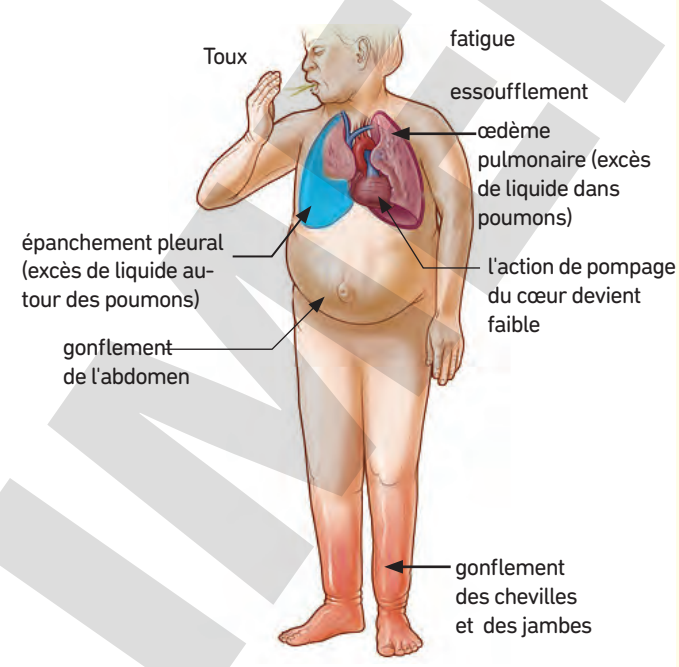
L'étude du fonctionnement du cœur permet de comprendre son fonctionnement et de découvrir les organes et les substances chimiques qui régulent son activité. Elle permet d'adopter un comportement susceptible de garantir son bon fonctionnement.

Les causes dysfonctionnement du cœur

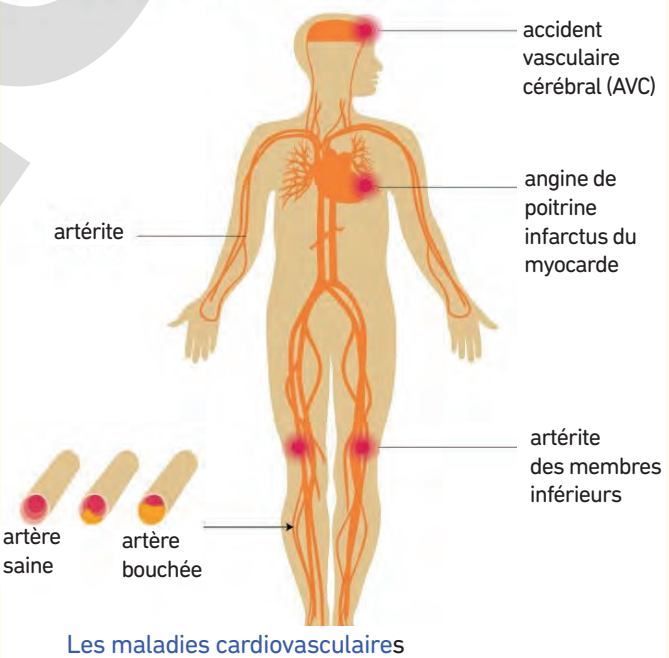
Les facteurs de risque sont le diabète, le tabagisme, le cholestérol élevé, un manque d'exercice, l'hypertension artérielle, une mauvaise alimentation, l'apnée du sommeil (difficultés à respirer pendant votre sommeil), des antécédents familiaux de maladies du cœur ou autres troubles cardiaques. La cause la plus fréquente de l'insuffisance cardiaque est l'infarctus du myocarde. Celui-ci crée une lésion irréversible d'une partie du muscle cardiaque et ne permet plus au cœur de fonctionner normalement. L'angine de poitrine grave peut également se compliquer d'insuffisance cardiaque. Les quatre (4) signes d'alerte de l'insuffisance cardiaque sont : l'essoufflement inhabituel, des difficultés à reprendre son souffle après un simple effort ou au repos, des pieds et chevilles gonflés, une prise de poids rapide et une fatigue excessive. L'épanchement pleural, ou pleurésie, désigne la présence anormale de liquide dans la cavité pleurale. La cavité pleurale est cet espace entre les deux couches de la membrane (plèvre) qui entoure chaque poumon.

Les causes de l'épanchement pleural peuvent être diverses :

- une insuffisance cardiaque, rénale, pulmonaire (embolie pulmonaire) ou hépatique (cirrhose) ;
- un cancer : une tumeur cancéreuse avec des métastases au niveau de la plèvre ;
- un traumatisme : fracture des côtes ;
- les effets secondaires de certains traitements médicamenteux ;
- une inflammation ou une infection :



Les causes du dysfonctionnement du cœur



Les maladies cardiovasculaires

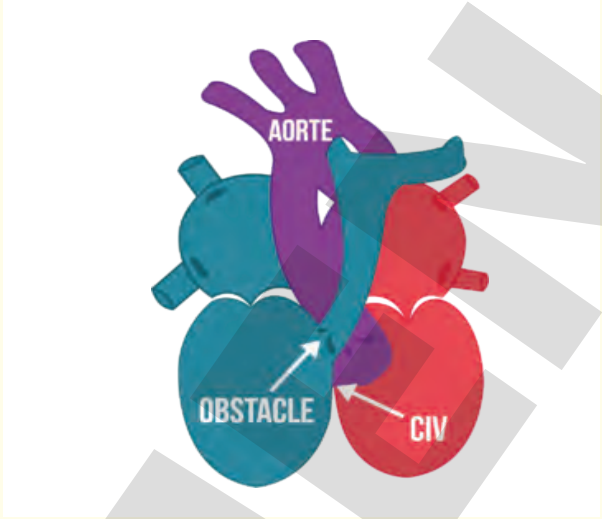
SPÉCIMEN

polyarthrite rhumatoïde, tuberculose, lupus érythémateux systémique, pneumonie... ;
- une pancréatite ;
- une dialyse péritonéale.

Les maladies cardiovasculaires

Les maladies cardiovasculaires constituent un ensemble de troubles affectant le cœur et les vaisseaux sanguins, qui comprend :

- les cardiopathies ischémiques (touchant les vaisseaux sanguins qui alimentent le muscle cardiaque) ;
- les maladies cérébrovasculaires (touchant les vaisseaux sanguins qui alimentent le cerveau) ;
- les artériopathies périphériques (touchant les vaisseaux sanguins qui alimentent les bras et les jambes) ;
- les cardiopathies rhumatismales, affectant le muscle et les valves cardiaques et résultant d'un rhumatisme articulaire aigu, causé par une bactérie streptocoque ;
- les malformations cardiaques congénitales (des malformations déjà présentes à la naissance qui affectent le développement et le fonctionnement normaux de la structure du cœur) ;
- les thromboses veineuses profondes et les embolies pulmonaires (obstruction des veines des jambes par un caillot sanguin, susceptible de se libérer et de migrer vers le cœur ou les poumons).



Les malformations cardiaques congénitales

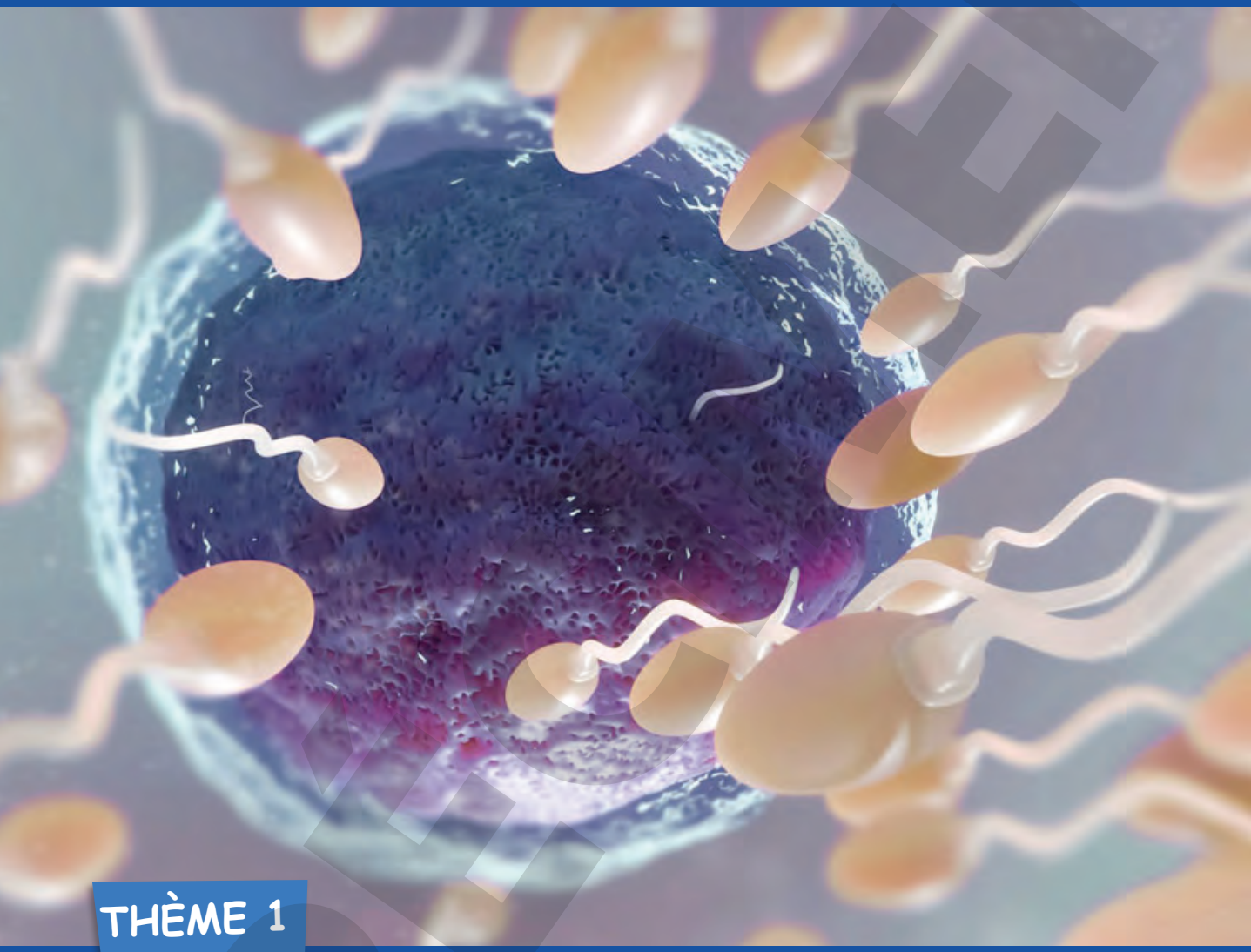
Fruits et légumes bons le cœur

Les infarctus et les AVC sont généralement des événements aigus et sont principalement dus au blocage d'une artère empêchant le sang de parvenir au cœur ou au cerveau. Leur cause la plus courante est la constitution d'un dépôt gras sur les parois internes des vaisseaux sanguins alimentant ces organes. Les accidents vasculaires cérébraux peuvent aussi résulter du saignement d'un vaisseau sanguin cérébral ou de caillots.
Il a été démontré qu'arrêter le tabac, réduire ses apports en sel, manger davantage de fruits et de légumes, pratiquer une activité physique régulière, et éviter l'usage nocif de l'alcool réduisent le risque de maladie cardiovasculaire.

SPÉCIMEN

COMPÉTENCE 3

TRAITER UNE SITUATION RELATIVE À LA REPRODUCTION ET À L'HÉRÉDITÉ



THÈME 1

LA REPRODUCTION CHEZ LES ÊTRES VIVANTS

- Leçon 1 : le devenir des cellules sexuelles
- Leçon 2 : le fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme
- Leçon 3 : la reproduction chez les spermaphytes

SOTECEN

Leçon

1

LE DEVENIR DES CELLULES SEXUELLES CHEZ LES MAMMIFÈRES

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- décrire les étapes de la fécondation chez les mammifères et l'évolution de l'œuf jusqu'à la nidation ;
- annoter les schémas des étapes de la fécondation et de l'évolution de l'œuf ;
- identifier quelques obstacles à la procréation ;
- dégager l'importance de l'insémination artificielle et de la FIVETE ;
- Déduire les notions de grossesses et de grossesses précoces.

Tes prérequis

À la puberté, les gonades mâles ou testicules produisent des gamètes émis avec le sperme dans les voies génitales mâles. Quant aux gonades femelles ou ovaires, elles produisent des ovules : c'est la fonction exocrine. Ces gonades sécrètent aussi des hormones ; c'est la fonction endocrine. Les testicules sécrètent la testostérone, tandis que les ovaires sécrètent les œstrogènes et la progestérone.

Situation d'apprentissage

Un élève de terminale D vit chez un couple analphabète, marié depuis 5 années sans enfanter. Le couple décide de consulter un gynécologue qui demande au laboratoire de l'hôpital de faire des analyses chez l'homme et son épouse.
Dans l'attente de rencontrer le médecin, l'homme, remet le bulletin que le technicien de laboratoire lui a remis à l'élève et lui demande de lui lire ce qui est écrit. Ce dernier découvre la mention suivante ; « azoospermie, cause de stérilité chez l'homme ».

Il informe ses camarades de classe de sa découverte. Soucieux de connaître le devenir des cellules sexuelles chez l'Homme, ensemble, ils décident d'identifier les conditions de la formation d'un nouvel individu, de décrire les phénomènes qui interviennent dans sa formation et de déterminer l'importance de certaines techniques de procréation.

SPECIMEN

LE PROCESSUS DE LA FORMATION DE LA CELLULE-ŒUF

LA MIGRATION DES GAMÈTES ET LE PROCESSUS DE LA FÉCONDATION

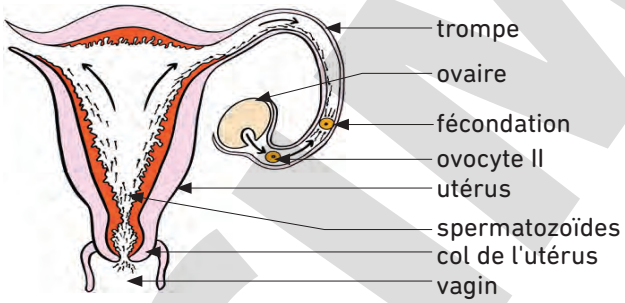
Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à la migration des gamètes et au processus de la fécondation.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

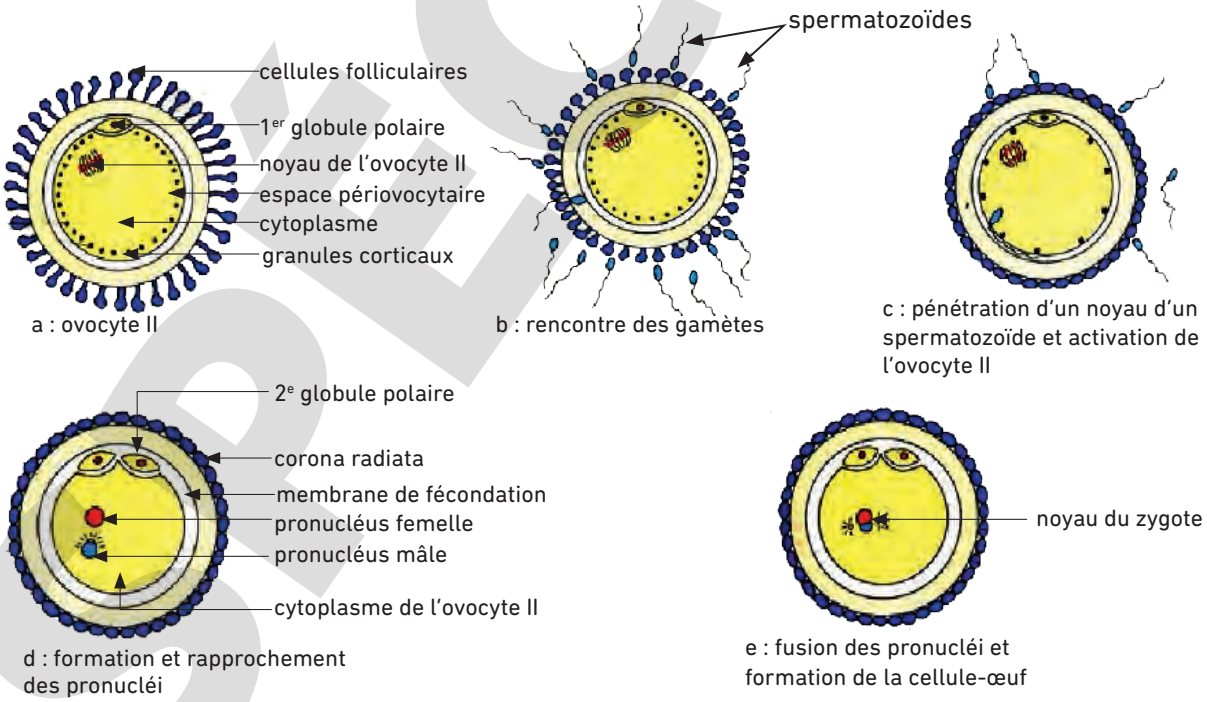
Le point de l'activité

L'évolution des gamètes dans les voies génitales de la femme et les étapes de la fécondation « in vitro » sont observées au microscope et à l'aide d'un dispositif approprié.

Les résultats des observations sont représentés par les documents 1 et 2.



Document 1 : migration des gamètes dans les voies génitales de la femme



Document 2 : les étapes de la fécondation

SPECIMEN

Activité 2

- ***Observe les documents 1 et 2.***
- ***Décris les phénomènes représentés par les documents 1 et 2.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Au cours de l'accouplement, les spermatozoïdes sont déposés dans la cavité vaginale lors de l'éjaculation. Plusieurs spermatozoïdes y meurent à cause de l'acidité vaginale. Au niveau du col de l'utérus, la glaire cervicale, en raison de ses propriétés lytiques, élimine les spermatozoïdes anormaux ou immobiles : c'est **la sélection**. Elle facilite cependant le passage des spermatozoïdes mobiles et les débarrasse du liquide séminal qui renferme des substances inhibitrices de la fécondation c'est le **lavage**. Sur environ 300 millions des spermatozoïdes éjaculés, seuls 1 à 2 % atteignent l'utérus. Dans la cavité utérine, les cellules phagocytaires détruisent un grand nombre de spermatozoïdes. Ceux qui subsistent continuent leur migration et atteignent l'ampoule de la trompe (tiers supérieur de la trompe) où ils rencontrent l'ovocyte II (document 1).

Dans les voies génitales femelles, les spermatozoïdes achèvent leur maturation et acquièrent leur pouvoir fécondant par l'élimination de leur revêtement protéique et de la membrane plasmique au niveau l'acrosome. Ce processus complexe qui permet aux spermatozoïdes d'avoir un pouvoir fécondant est appelé la **capacitation**.

L'**ovocyte II** expulsé de l'ovaire à l'ovulation est recueilli par le pavillon de la trompe de Fallope. Les mouvements des cils vibratiles qui tapissent la paroi de l'oviducte favorisent le déplacement de l'ovocyte II jusqu'à l'ampoule où a lieu la fécondation.

Au niveau de l'ampoule de la trompe de Fallope, les spermatozoïdes (en nombre réduit) sont piégés par une matière visqueuse qui entoure l'ovocyte II. Les spermatozoïdes traversent la couronne de cellules folliculaires qui entourent l'ovocyte II. Celles-ci se rétractent aussitôt et amènent les spermatozoïdes au contact de la zone pellucide. Les spermatozoïdes sont ainsi piégés par l'ovocyte II : c'est **la rencontre des gamètes** (b).

L'un des spermatozoïdes digère la zone pellucide grâce aux enzymes libérées par son acrosome puis pénètre dans le cytoplasme de l'ovocyte II dont l'activation conduit à la libération du contenu des granules corticaux dans l'espace périovocytaire qui rend la zone pellucide imperméable aux autres spermatozoïdes, empêchant ainsi la **polyspermie**. La zone pellucide devient ainsi la membrane de fécondation.

L'activation de l'ovocyte II entraîne la reprise de la deuxième division de méiose bloquée à la métaphase II avant l'ovulation. Cette division s'achève par l'émission du 2^{e} globule polaire et la formation d'un ovotide ou ovule haploïde ; c'est **la pénétration d'un spermatozoïde et l'activation de l'ovocyte II** (c).

Le noyau de l'ovule se reconstitue, s'hydrate puis se gonfle et devient le pronucléus femelle. Quant au spermatozoïde, il se débarrasse de son flagelle et son noyau se gonfle pour devenir le pronucléus mâle. Ensuite les deux pronucléi se rapprochent l'un de l'autre au centre de l'ovule (d), perdent leurs membranes respectives et mélangent leur contenu chromosomique : c'est la caryogamie ou amphimixie : c'est la **fusion des pronucléi** et la **formation de la cellule-œuf** ou

PREVIEW

zygote diploïde (e). La cellule-œuf contient les chromosomes d'origine paternelle et d'origine maternelle. La formation d'un nouvel individu chez l'Homme nécessite la fécondation. Celle-ci est un phénomène biologique qui se déroule par étapes et qui permet de rétablir la diploïdie à partir de la fusion des chromosomes issus d'un spermatozoïde et d'un ovule, tous deux haploïdes.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous est relatif à la fécondation chez l'Homme.

La rencontre des gamètes a lieu au niveau l'ampoule de la trompe. Pour cela, les ...**1**...., déposés dans le vagin lors de l'accouplement, doivent tout d'abord franchir le col de l'utérus obturé par la ...**2**.... pratiquement imperméable en dehors de la période d'ovulation du fait de ses mailles très serrées, elle présente une structure favorable pendant la période d'ovulation. Durant le transit dans les voies génitales femelles, beaucoup de spermatozoïdes sont éliminés ; les rescapés subissent des transformations qui les rendent fécondants : c'est la ...**3**.... Des milliers de spermatozoïdes arrivent au contact de l'ovocyte II, mais un seul y pénètre. Cette pénétration entraine l'activation de l'ovocyte II qui se traduit par l'expulsion du contenu des ...**4**.... dans l'espace péri ovocytaire rendant la zone pellucide imperméable à la pénétration d'autres spermatozoïdes, ce qui évite la polyspermie. Il se produit également l'achèvement de la deuxième division de...**5**.... qui permet d'obtenir un ovule et un deuxième globule polaire. Le noyau de l'ovule se reconstitue, s'hydrate puis se gonfle et devient ...**6**.... Quant au spermatozoïde qui a pénétré dans le cytoplasme ovocytaire, son noyau se gonfle pour devenir le pronucléus mâle. Ensuite, le contenu chromosomique des deux pronucléi fusionne : c'est la ...**7**.... ou amphimixie qui met, fin à la ...**8**.... L'ovule fécondé devient une cellule diploïde appelée cellule-œuf ou zygote.

Complète le texte à l'aide des mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : pronucléus femelle ; granules corticaux ; glaire cervicale ; caryogamie ; fécondation ; méiose ; spermatozoïdes ; capacitation.

LE PROCESSUS DU DÉVELOPPEMENT DE LA CELLULE-ŒUF

LE DÉVELOPPEMENT DE LA CELLULE-ŒUF

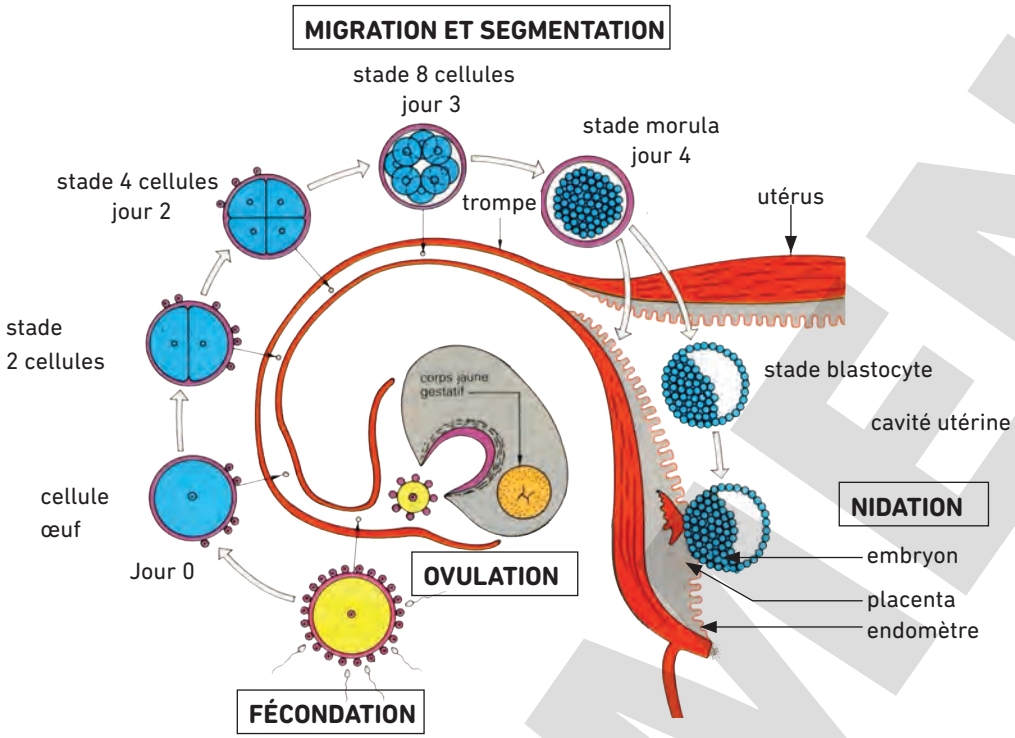
Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative au développement de la cellule-œuf.***
- ***Relève les résultats de l'observation***

Le point de l'activité

L'évolution de la cellule-œuf est observée « in vitro » au microscope puis, chez la femme, à l'aide d'un dispositif approprié.
Les résultats des observations sont représentés par le document 3.

SPECIMEN



Document 3 : les étapes du développement de la cellule-œuf

Activité 2

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative au développement de la cellule-œuf.***
- ***Relève les résultats de l'observation***

Le point de l'activité

Après la fécondation, la cellule-œuf formée migre de la trompe de Fallope à la cavité utérine : c'est la **migration**. Tout en migrant, la cellule-œuf subit plusieurs divisions mitotiques successives pour donner 2 cellules, 4 cellules, 8 cellules, 16 cellules, 32 cellules jusqu'à aboutir au 4e jour au stade morula : c'est la **segmentation**. La morula est un amas de plusieurs cellules (blastomères) toujours enveloppées dans la zone pellucide. La morula s'échappe de l'enveloppe pellucide et vit isolée 2 ou 3 jours dans la cavité utérine. Les cellules de la morula se différencient et s'organisent. Les petites cellules se placent à la périphérie pour former le trophoblaste et les grosses cellules se regroupent au centre pour former le bouton embryonnaire : c'est le stade blastocyste. Une cavité remplie de liquide (liquide amniotique) se creuse dans le blastocyste.

Six à sept jours après la fécondation, le blastocyste obtenu s'implante dans la muqueuse utérine : c'est la **nidation**. Cette nidation marque le début de la **grossesse** qui a une durée de neuf (9) mois chez la femme.

La grossesse est un état physiologique au cours duquel l'embryon se développe dans l'utérus de la femme depuis sa nidation jusqu'à l'accouchement.

Lorsque cette grossesse survient avant l'âge de la maturité (18 ans), elle est dite **précoce**.

Au cours de son évolution, le bouton embryonnaire donne l'embryon qui se développe pour donner le fœtus et les cellules du trophoblaste se différencient pour donner le placenta qui apporte à l'embryon les substances nutritives provenant de l'organisme maternel.

SPECIMEN

Chez l'espèce humaine, la période embryonnaire s'arrête à la fin du 2e mois après la fécondation, puis commence le stade fœtal au début du 3e mois. La vie fœtale dure sept (7) mois. Elle correspond à la croissance du fœtus et à la maturation des organes.

La formation d'un nouvel individu chez l'Homme nécessite le développement de la cellule-œuf durant une période appelée grossesse.

Vérifie tes acquis

Des mots ou groupes de mots en rapport avec la formation d'un nouvel individu et leurs significations sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Mots et groupes de mots	Significations
1- Capacitation	a- Noyau hypertrophié du spermatozoïde au sein de l'ovocyte
2- Migration	b- Déplacement des gamètes
3- Caryogamie	c- Fusion des pronucléi
4- Fécondation	d- Phénomène au cours duquel le spermatozoïde acquiert le pouvoir fécondant
5- Pronucléus mâle	e- Rencontre des gamètes

Associe chaque mot ou groupe de mots à sa signification, en utilisant les chiffres et les lettres.

LES OBSTACLES A LA FÉCONDATION

LES OBSTACLES À LA PROCRÉATION CHEZ L'HOMME ET CHEZ LA FEMME

Activité 1

- ***Effectue des recherches dans des ouvrages sur les obstacles à la procréation chez l'Homme.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux obstacles à la procréation chez l'Homme.***
- ***Relève les résultats des recherches et de l'observation.***

Le point de l'activité

L'évolution de la cellule-œuf est observée « in vitro » au microscope puis, chez la femme, à l'aide d'un dispositif approprié.
Les résultats des observations sont représentés par le document 3.

Texte 1

L'infertilité au sein d'un couple ne concerne pas uniquement la femme. Selon les estimations, près de la moitié des cas concernerait l'homme. L'exploration de l'infertilité masculine s'appuie sur plusieurs tests dont le principal est le spermogramme qui permet d'évaluer la mobilité, la quantité et la qualité des spermatozoïdes. Plusieurs anomalies ont été décelées chez l'homme. L'oligospermie est la cause la plus fréquente de la stérilité masculine, elle se caractérise par une diminution du nombre de spermatozoïdes dans le sperme. La nécrospermie concerne la

SPECIMEN

proportion élevée de spermatozoïdes morts contenus dans le sperme. L'azoospermie, c'est l'absence totale de spermatozoïdes dans le sperme. Dans le cas de l'asthénospermie, les spermatozoïdes sont peu mobiles et, enfin, la tératospermie est une anomalie qui porte sur la qualité des spermatozoïdes dans le sperme.

Les auteurs

Figure 1 : obstacle à la procréation lié à la qualité du sperme

Figure 2 : obstacle à la procréation lié au nombre de spermatozoïdes

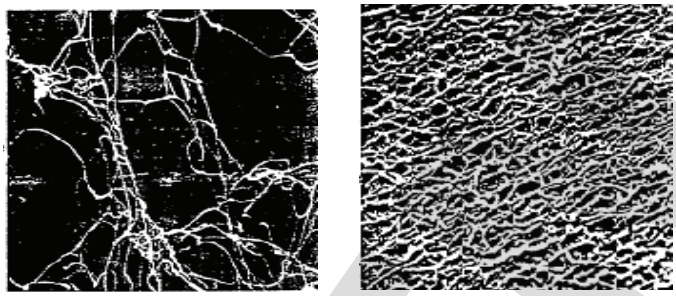
Document 4 : quelques obstacles à la procréation chez l'homme

Figure 3 : obstacle à la procréation lié à l'obstruction des trompes

SPÉCIMEN

ovaire normal ovaire polykystique

Figure 4 : obstacle à la procréation lié aux kystes ovariens



glaire cervicale 14e jour chez une femme fertile

glaire cervicale 14e jour chez une femme stérile

Figure 5 : obstacle à la procréation lié à la glaire cervicale

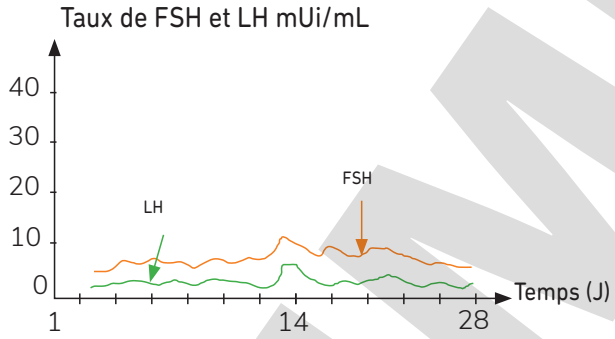


Figure 6 : taux des hormones hypophysaires chez une femme stérile

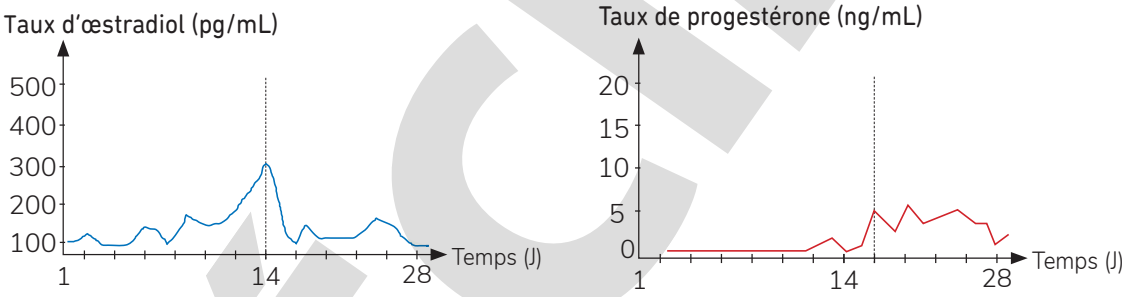


Figure 7 : taux des hormones ovariennes chez une femme stérile

Document 5 : quelques obstacles à la procréation chez la femme

Activité 2

- ***Lis le texte.***
- ***Observe les documents 4 et 5.***
- ***Relève dans le texte les obstacles à la procréation chez l' homme***
- ***Décris les obstacles à la procréation chez l'homme et chez la femme.***
- ***Tire une conclusion.***
- .

Le point de l'activité

Les obstacles à la procréation chez l'homme peuvent être détectés grâce à un spermogramme. Les anomalies observées peuvent porter sur le nombre, la qualité ou la mobilité des spermatozoïdes contenus dans le sperme.

Le nombre des spermatozoïdes (figure 2) : le volume d'éjaculat doit être à plus de 1,5ml et le nombre de spermatozoïdes doit être supérieur à 15 000 000 par ml. Une azoospermie ou absence totale de spermatozoïdes dans le liquide éjaculé pendant l'orgasme (semence) et

SPECIMEN

une oligospermie ou un nombre réduit de spermatozoïdes par millilitre d'éjaculat (inférieur à 15 millions par millilitre d'éjaculat) constituent des obstacles à la procréation chez l'homme. L'azoospermie peut être due à une obstruction des spermiductes ou à une production insuffisante de spermatozoïdes.
La qualité du sperme (figure 1) : une affection du sperme, qui se traduit par un nombre important de spermatozoïdes morts (nécrospermie) ou un sperme contenant des spermatozoïdes anormaux (macrocéphalé (b). bicéphalés (c)., biflagellés (d) ...) qui ont une faible mobilité ou qui sont immobiles, empêche ceux-ci d'atteindre l'ovocyte II . La mauvaise qualité du sperme est donc un obstacle à la procréation chez l'homme.
La mobilité des spermatozoïdes : le spermatozoïde se déplace à une allure d'environ 3 mm par minute, soit 18 cm par heure. Une affection du sperme due à une mauvaise mobilité des spermatozoïdes (asthénospermie) empêche les spermatozoïdes d'atteindre l'ovocyte II dont la durée de vie est de 48 heures. Des spermatozoïdes lents, mobiles sur place ou immobiles peuvent être la cause de l'infertilité chez l'Homme.
Un nombre élevé de spermatozoïdes, un sperme de bonne qualité contenant des spermatozoïdes normaux et rapides sont les conditions nécessaires à la fécondation du fait de l'élimination en grand nombre des spermatozoïdes au cours de leur migration dans les voies génitales de la femme.
Les obstacles à la procréation chez la femme sont nombreux. L'infertilité féminine peut être due à la présence de kystes qui bloquent le développement et la maturation des follicules au niveau des ovaires (figure 4). Dans certains cas, la stérilité est due à l'imperméabilité de la glaire cervicale qui demeure opaque au moment de l'ovulation (figure 5). Cette imperméabilité bloque le passage des spermatozoïdes au niveau du col utérin et empêche la rencontre des spermatozoïdes avec l'ovocyte II. Chez d'autres femmes, l'obstruction des trompes empêche la rencontre des gamètes mâles et femelles (figure 3) ou encore la malformation de l'utérus ou son état impropre peut empêcher la nidation.
Des troubles hormonaux peuvent être aussi à l'origine de la stérilité chez la femme (figure 6).
La formation d'un nouvel individu chez l'Homme nécessite certaines conditions telles que la bonne qualité du sperme, la forte concentration de spermatozoïdes rapides dans l'éjaculat.
des voies génitales femelles non obstruées et n'ayant aucune malformation.

Vérifie tes acquis

Répondant à la consigne : « énumère les causes de l'infertilité dans un couple », des élèves font les propositions ci-dessous.

1- L'infertilité du couple incombe uniquement à la femme.
2- L'imperméabilité de la glaire cervicale pendant la période d'ovulation peut être un obstacle à la procréation chez la femme.
3- L'immobilité des spermatozoïdes est une cause de l'infertilité masculine.
4- L'infertilité d'un couple peut être due à l'élimination de tous les spermatozoïdes par les cellules phagocytaires de l'utérus.
5- La tératospermie est une anomalie de la mobilité des spermatozoïdes.
6- L'oligospermie est un obstacle à la procréation qui concerne la femme.

Relève les numéros des affirmations justes.

SPECIMEN

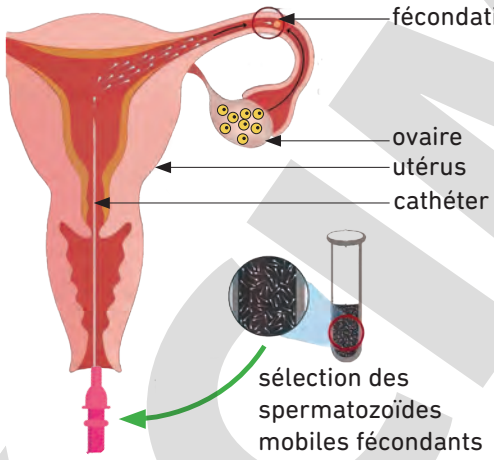
L'INSÉMINATION ARTIFICIELLE ET LA FÉCONDATION IN VITRO ET TRANSFERT D'EMBRYON

Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux techniques artificielles de fécondation.*
- *Relève les résultats de l'observation.*

Le point de l'activité

Dans le but de trouver des solutions aux obstacles à la procréation dans des couples stériles, des techniques de procréation sont utilisées chez l'Homme.
Les résultats des expériences sont représentés par les documents 6 et 7.



Document 6 : l'insémination artificielle chez une femme

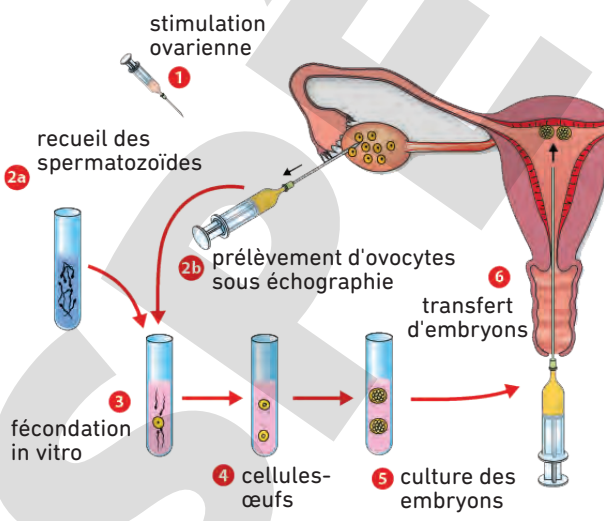


Figure 6 : étapes de la FIVETE

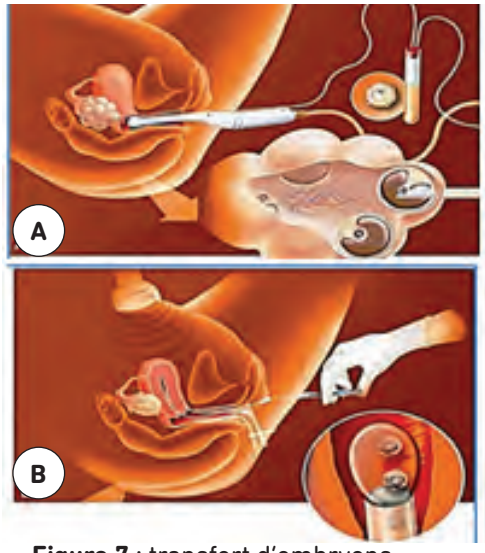


Figure 7 : transfert d'embryons

Document 7 : la fécondation in vitro et transfert d'embryon (FIVETE)

SPÉCIMEN

Activité 2

- ***Observe les documents 6 et 7.***
- ***Décris les étapes de l'insémination artificielle et de la FIVETE.***
- ***Dégage l'importance de l'insémination dans la reproduction humaine et de la FIVETE.***

Le point de l'activité

Pour permettre aux couples qui éprouvent des difficultés à procréer, des techniques de Procréation Médicalement Assistées (PMA) sont utilisées. Il s'agit de l'insémination artificielle et de la fécondation in vitro et transfert d'embryon (FIVETE).

L'**insémination artificielle** consiste à prélever et à conditionner du sperme du partenaire ou d'un donneur au laboratoire : le prélèvement est dilué et versé dans des "paillettes" qui sont conservées dans de l'azote liquide (à -196°C). Les spermatozoïdes congelés restent vivants et conservent leur pouvoir fécondant pendant quelques années. Les spermatozoïdes prélevés sont sélectionnés, puis ils sont rendus fécondants.Les ovaires de la femme sont stimulés par injection hormonale pour provoquer le développement des follicules, leur maturation et l'ovulation. Le sperme préalablement décongelé le jour-même et contenant des spermatozoïdes viables fécondants, est injecté directement dans la cavité utérine de la femme receveuse par l'introduction d'une seringue munie d'un cathéter. Cette étape se fait au moment de l'ovulation où l'utérus de la femme est apte à la nidation. La fécondation et la nidation se font naturellement mais sous assistance médicale. L'insémination artificielle permet de contourner certaines causes de stérilités féminines (glaire de mauvaise qualité) ou certaines causes de stérilités masculines (oligspermie).

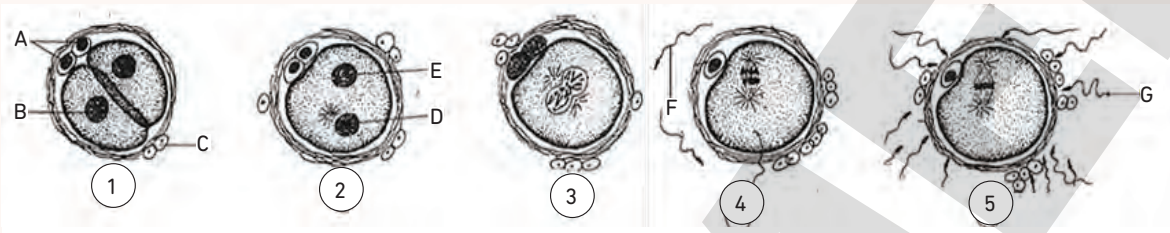
La **fécondation in vitro et transfert d'embryon** (FIVETE) consiste à prélever l'ovocyte II par aspiration chez la patiente à l'aide d'une aiguille aspirante guidée par échographie endovaginale ou par cœlioscopie après stimulation hormonale et les spermatozoïdes du sperme du conjoint ou d'un donneur contenant de nombreux spermatozoïdes dont les meilleurs, sélectionnés, subissent la capacitation in vitro afin d'être fécondants. La fécondation a lieu in vitro 6 heures à 24 heures après que les spermatozoïdes fécondants sont ajoutés aux ovocytes II contenus dans un tube à essais quatre heures après le prélèvement. La cellule-œuf entame sa segmentation après la fécondation pour devenir un embryon. Le transfert d'embryon consiste à déposer dans l'utérus préalablement préparé par des injections hormonales, à l'aide d'une seringue munie d'un cathéter, les embryons au stade 4 ou 8 cellules. La nidation se fait naturellement mais sous assistance médicale.

La formation d'un nouvel individu chez l'Homme se fait par des techniques permettant de contourner certaines causes d'infertilité.

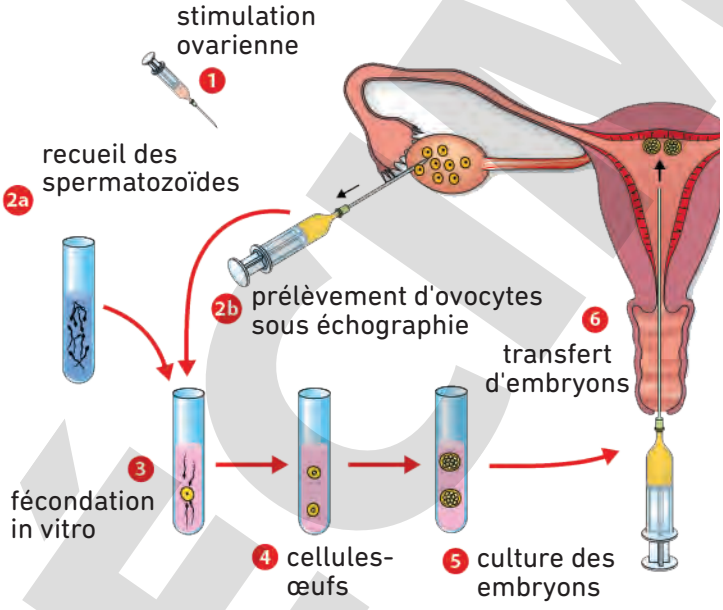
SPECIMEN

Utilise tes acquis

En suivant un documentaire à la télévision avec ta cousine, vous apprenez qu'un couple de stars américaines a eu recours à une technique de procréation pour avoir un enfant en payant une mère porteuse à hauteur de plusieurs milliers de dollar. La technique utilisée par ce couple est représentée par le document 2. Ta cousine qui a arrêté très tôt les études n'arrive pas à comprendre cette technique.



Document 1



Document 2

Pour lui expliquer cette technique tu t'appuies sur le document 1.

1- **Annote le document 1 à partir des lettres et des chiffres.**
2- **Identifie la technique de procréation utilisée par le couple de stars américaines représentée par le document 2.**
3- **Décris cette technique.**
4- **Dégage l'importance de cette technique de procréation.**

SPECIMEN

Retiens l'essentiel

La fécondation, à l'origine de la formation d'un nouvel individu chez l'Homme, nécessite certaines conditions. Les spermatozoïdes déposés dans le vagin par milliers, lors de l'accouplement, migrent jusqu'à l'ampoule de la trompe en passant par l'utérus, afin de rencontrer l'ovocyte II. Durant leur transit dans les voies génitales femelles, les spermatozoïdes subissent des transformations qui les rendent fécondants. Plusieurs d'entre eux sont éliminés, très peu parviennent à l'ovocyte II parmi lesquels un seul y pénètre. La pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte II déclenche l'activation de ce dernier qui s'accompagne de la formation de la membrane de fécondation et de l'achèvement de méiose bloquée à la métaphase II. L'ovocyte II devient alors un ovule. La fécondation s'achève avec l'union du contenu chromosomique des deux gamètes. L'ovule fécondé devient une cellule diploïde appelée cellule-œuf ou zygote. Le zygote subit la segmentation tout en migrant de la trompe vers l'utérus où il s'implante : c'est la nidation qui marque le début de la grossesse. La grossesse dure en moyenne 9 mois. Au cours de cette période, l'embryon se développe pour donner un fœtus puis un nouvel individu.

La fécondation et la nidation du zygote peuvent être empêchées dans certains cas. Les obstacles à la procréation incombent aussi bien à l'homme qu'à la femme. Chez l'homme, l'obstacle est lié au nombre, à la qualité ou à la mobilité des spermatozoïdes. Chez la femme, les obstacles peuvent être liés à des troubles de l'ovulation, à l'obstruction des trompes, à l'imperméabilité de la glaire cervicale aux spermatozoïdes pendant la période d'ovulation, à une malformation ou à l'état de l'utérus et à des troubles hormonaux. Ces obstacles peuvent être levés grâce à des techniques de procréation médicalement assistée (PMA) telles que l'insémination artificielle et la FIVETE.

SPÉCIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives aux phénomènes liés à la fécondation.

1- La migration des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles se fait grâce à leur flagelle.

2- La glaire cervicale devient filante et perméable aux spermatozoïdes pendant la période ovulatoire.

3- La migration de l'ovocyte II se fait grâce à la vibration des cellules folliculaires qui l'entourent.

4- La capacitation est un phénomène complexe qui permet aux spermatozoïdes d'avoir un pouvoir fécondant.

5- La pénétration d'un spermatozoïde dans le cytoplasme ovocytaire entraine la reprise de la 2e division de méiose.

6- La rencontre et l'union des pronucléi mâle et femelle conduisent à la formation d'une cellule-œuf.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 Répondant à la consigne suivante : « précise les conditions favorables et défavorables à la fécondation », des élèves font les propositions ci-dessous.

1- Une vitesse lente de déplacement des spermatozoïdes empêche la fécondation.

2- Un sperme de mauvaise qualité contenant des spermatozoïdes bicéphalés ou biflagellés favorise la fécondation.

3- Un sperme pauvre en spermatozoïdes empêche la fécondation.

4- Une obstruction des trompes empêche la fécondation.

5- La cryptorchidie bilatérale ou absence de testicules dans les bourses n'a aucun effet sur la fécondation.

6- Une malformation de l'utérus n'a aucun effet sur la fécondation.

7- L'insuffisance des sécrétions enzymatiques par les voies génitales de la femme bloque la fécondation.

Relève les chiffres des proposition justes.

3 Le tableau ci-dessous présente des techniques de procréation et leurs étapes.

Techniques de procréation	Étapes des techniques de procréation
A. FIVETE B. Insémination artificielle	1- Fécondation in vitro 2- Prélèvement du sperme 3- Stimulation ovarienne 4- Transfert d'embryons dans l'utérus 5- Ponction des ovocytes II 6- Injection de spermatozoïdes dans l'utérus de la femme receveuse

Associe chaque technique à ses étapes, en utilisant les lettres et les chiffres.

SPÉCIMEN

4 Les étapes ci-dessous relatives au processus de déroulement de la fécondation te sont présentées dans le désordre.

A- Émission du 2e globule polaire

B- Fusion des deux pronucléi

C- Perforation de la zone pellucide par un spermatozoïde

D- Formation des pronucléi mâle et femelle

E- Libération du contenu des granules corticaux dans l'espace périovocytaire

F- Formation de la cellule-œuf

G- Pénétration d'un spermatozoïde dans le cytoplasme de l'ovocyte II

Range-les dans l'ordre chronologique du déroulement de la fécondation, en utilisant les lettres.

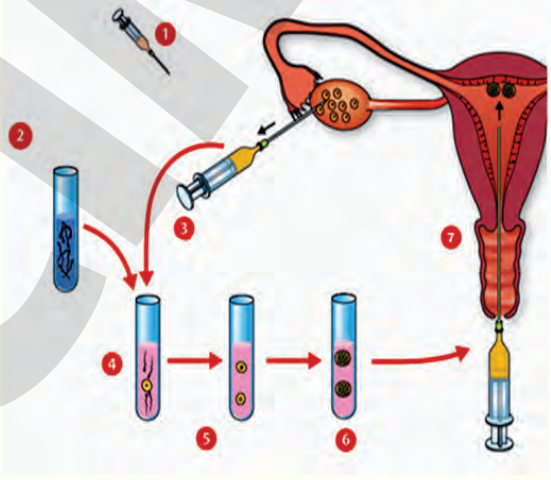
5 Le texte ci-dessous est relatif aux causes de l'infertilité dans un couple.

Un couple est ...**1**... s'il n'enfante pas au bout de deux ans de relations sexuelles sans contraception.

Les causes réelles d'infertilité sont multiples et concernent aussi bien les hommes que les femmes. Chez les femmes, les causes les plus fréquentes sont ...**2**... et l'obstruction des trompes mais elles peuvent aussi être ...**3**.... Chez l'homme, les anomalies concernent surtout le nombre, la ...**4**... ou la structure des spermatozoïdes. Un couple qui ne peut procréer naturellement dispose aujourd'hui de plusieurs techniques palliatives. L'une d'elles est ...**5**... qui permet de pallier l'infertilité masculine. Elle consiste à prélever le sperme du conjoint ou d'un donneur, à le traiter pour que les spermatozoïdes acquièrent la ...**6**..., puis à le déposer dans la cavité utérine de la femme pendant sa période de fertilité. Une autre technique nommée la ...**7**... est utilisée, dans le cas d'une obstruction des trompes qui empêche la rencontre des spermatozoïdes et des ovocytes II chez la femme. Cette technique consiste à prélever des ovocytes II par ponction à la suite de la stimulation des ovaires et de les mettre en contact avec les spermatozoïdes dans un récipient. Après la ...**8**... et les premières divisions cellulaires, deux ou trois ...**9**... sont transférés dans la cavité utérine où ils se développent pour donner des enfants.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : capacitation ; hormonales ; l'insémination artificielle ; infertile ; embryons ; l'absence d'ovulation ; FIVETE ; fécondation ; mobilité.

6 Le document ci-dessous présente les étapes de la fécondation in vitro et transfert d'embryon (FIVETE).



a- Fécondation in vitro

b- Division des cellules-œufs

c- Stimulation ovarienne

d- Transfert d'embryons

e- Ponction des ovocytes II

f- Formation de cellules-œufs

g- Prélèvement des spermatozoïdes

Associe chaque chiffre du schéma à l'étape qui correspond, en utilisant les lettres.

SPECIMEN

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent à la fécondation.

1- Lors de la migration des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femme :

a- ils sont tous éliminés au niveau de la glaire cervicale ;

b- ils parviennent tous à la trompe ;

c- ils s'arrêtent tous dans l'utérus ;

d- seuls ceux qui sont sélectionnés et capacités parviennent à la trompe.

2- La pénétration d'un spermatozoïde dans le cytoplasme ovocytaire :

a- rend la zone pellucide perméable aux spermatozoïdes ;

b- déclenche la libération du contenu des granules corticaux dans l'espace péri-ovocytaire ;

c- déclenche l'émission du premier globule polaire ;

d- favorise la polyspermie.

3- La fécondation se déroule :

a- dans l'utérus ;

b- dans le vagin ;

c- dans l'ampoule de la trompe ;

d- dans l'ovaire.

4- La migration de l'ovocyte II se fait :

a- de l'ampoule vers le pavillon de la trompe ;

b- grâce aux cils vibratiles qui tapissent la trompe ;

c- du vagin vers l'utérus ;

d- grâce aux mouvements de ses cellules folliculaires.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

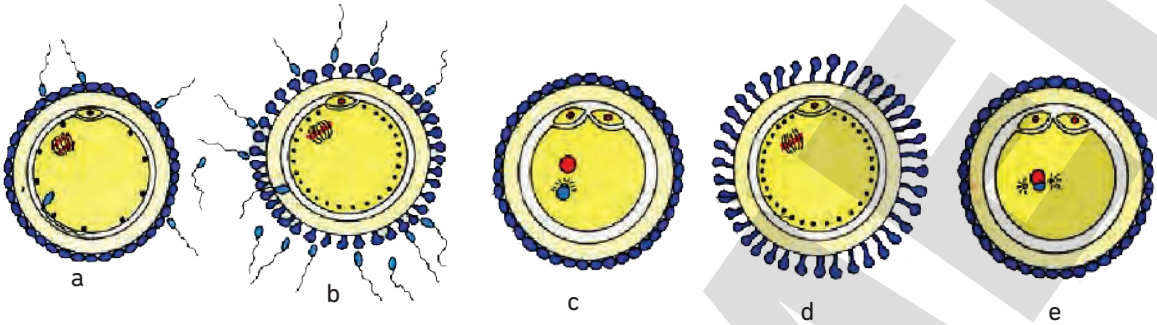
8 Le texte ci-dessous est relatif au développement de la cellule-œuf.

La ...1... résultant de la fécondation migre lentement de la trompe vers l'utérus en subissant plusieurs ...2... successives pour donner plusieurs cellules : c'est la ...3... Elle permet d'obtenir une sphère de petites cellules à l'aspect d'une mûre toujours enveloppée par la zone pellucide : c'est le ...4... Dans la cavité utérine, les cellules de la sphère se différencient et s'organisent ; les grosses cellules se regroupent au centre pour former le ...5... tandis que les plus petites se placent à la périphérie et forment une couche appelée trophoblaste. Une cavité remplie de liquide se creuse dans cette structure qui constitue le ...6.... Vers le septième jour après la fécondation, ce blastocyste s'implante dans ...7... de l'utérus : c'est la ...8... qui marque le début de la grossesse.

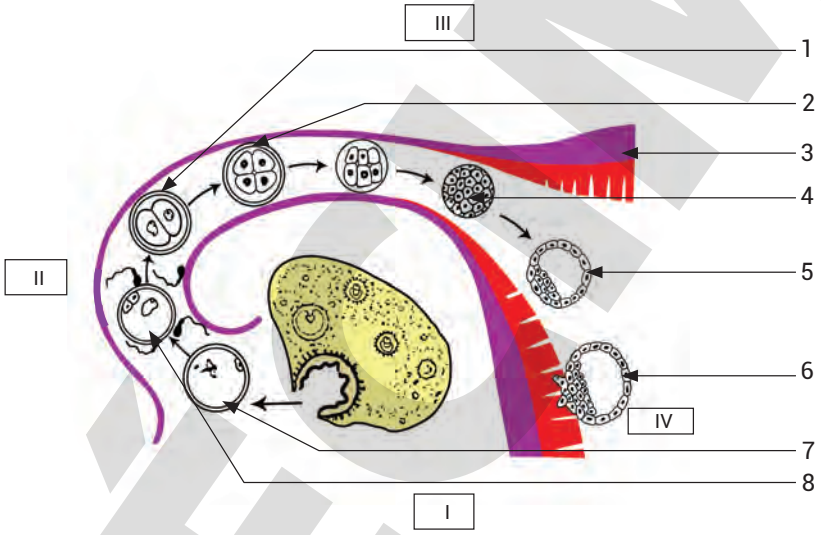
Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : l'endomètre ; cellule-œuf ; stade morula ; mitoses ; bouton embryonnaire ; nidation ; blastocyste ; segmentation.

SPÉCIMEN

1 Un élève de 6e de ton établissement accompagne sa soeur ainée en grossesse à l'hôpital parce qu'elle ressens des douleurs au bas ventre. L'échographie demandée par le medecin révèle une grossesse extra-utérine (GU). Le médecin informe son mari qu'elle doit subir une opération. Inquiet de l'état de sa sœur, l'élève veut comprendre la présence du fœtus dans la trompe. Tu te sers des documents ci-dessous pour lui expliquer la survenue de la grossesse extra utérine.



Document 1



Document 2

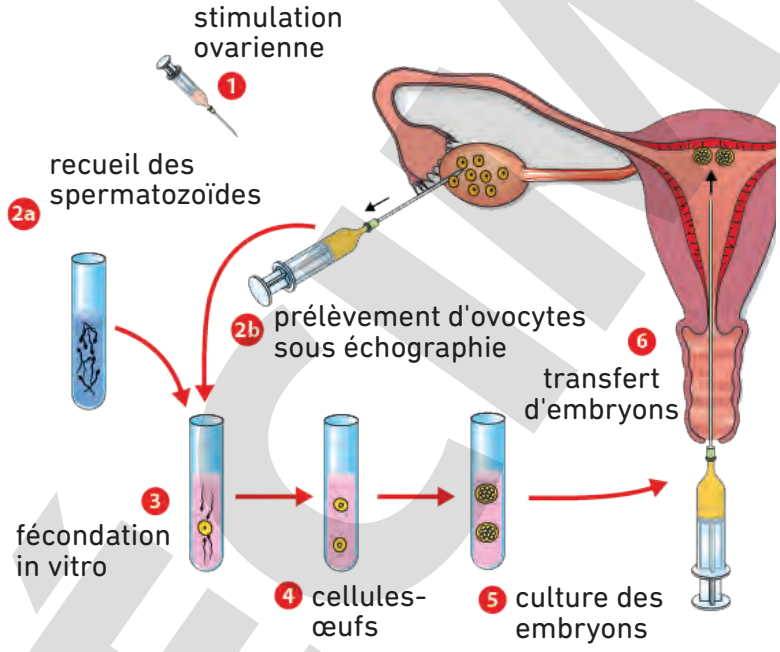
1- Annote le schéma du document 2.
2- Classe ces figures du document 1 dans l'ordre chronologie du déroulement de la fécondation.
3-Décris les phénomènes représentés par les documents 1 et 2.
4- Déduis l'origine de la grossesse extra utérine.

2 Ton camarade de quartier apprend que son grand frère et sa femme n'arrivent pas à avoir des enfants depuis cinq années de mariage. La sœur du mari exige que son frère divorce d'avec sa femme sur recommandation d'un collègue de service. Le mari consulte un médecin qui demande au laboratoire de réaliser son spermogramme. Les résultats de l'analyse sont consignés dans le tableau du document 1. Après sa rencontre avec le médecin, celui-ci lui demande d'utiliser la technique de procréation présentée par le document 2.

SPECIMEN

	Volume du sperme (ml)	Nombre de spermatozoïdes (million/ ml)	Spermatozoïdes vivants (%)	Spermatozoïdes mobiles (%)	Spermatozoïdes anormaux (%)
Individu normal	2 à 5	40 à 200	Supérieur à 80%	Supérieur 80%	Inférieur à 30%
Individu atteint d'oligospermie	2 à 5	Inférieur à 10	85%	Inférieur à40%	25%

Document 1 : spermogramme



Document 2

L'élève éprouve des difficultés à comprendre la relation entre le spermogramme de son grand frère et la technique de procréation proposée par le médecin.
Il sollicite ton aide.

1- Analyse le spermogramme du mari.
2- Décris la technique de procréation présentée par le document 2.
3- Justifie la stérilité du couple.
4- Déduis l'intérêt de la technique proposé par le médecin.

SPECIMEN

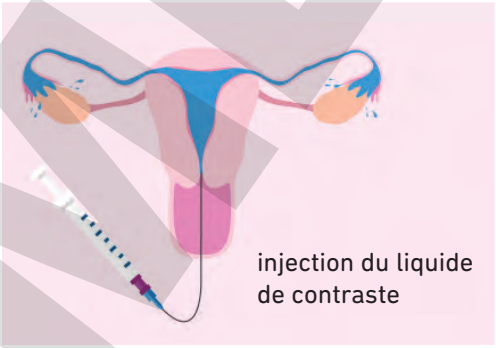
Un élève de terminale D vit chez un couple analphabète, marié depuis 5 années sans enfanter. Le couple décide de consulter un gynécologue qui demande au laboratoire de l'hôpital de faire des analyses chez l'homme et son épouse.
Dans l'attente de rencontrer le médecin, l'homme présente son bulletin et celui de sa femme que le technicien de laboratoire lui a remis à l'élève et lui demande de lui lire ce qui est écrit. Ce dernier découvre la mention suivante : « azoospermie » sur le bulletin de l'homme et «obstruction unilatérale des trompes» .

Curieux, il veut connaître les causes de la stérilité du couple et sollicite ton aide. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour l'informer.

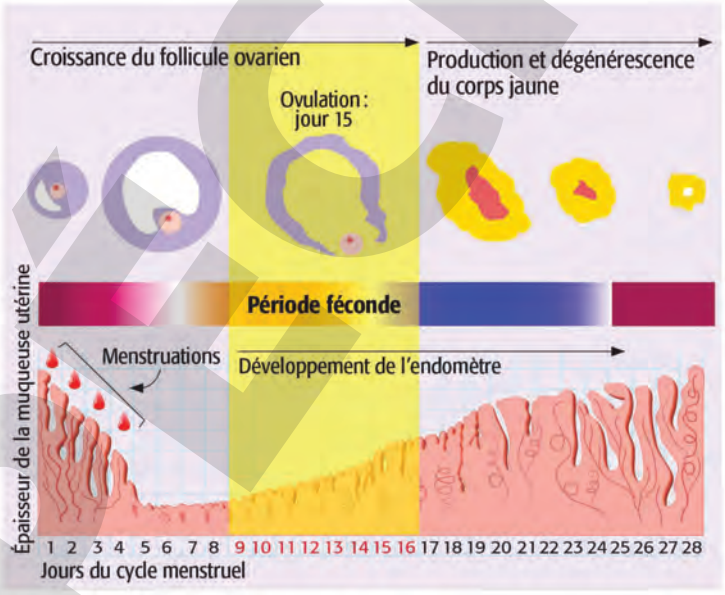
Spermogramme normal

Azoospermie

Document 1



Document 2



Document 3

1- Détermine la cause de stérilité chez chaque membre du couple.

2- Déduis le membre du couple à l'origine de la stérilité du couple.

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude du devenir des cellules sexuelles permet de comprendre le phénomène de la formation du fœtus et les obstacles à la procréation ainsi que les techniques utilisées pour contourner ces obstacles. Elle permet d'adopter un comportement responsable pour éviter les maladies pouvant conduire à des difficultés pour enfanter.

La conception des jumeaux

Les jumeaux identiques

Un ovule est fécondé par un spermatozoïde, formant ainsi un embryon. Ce dernier se divise ensuite en 2 nouveaux embryons qui vont se développer côte à côte. Les deux bébés possèdent donc les mêmes gènes et sont identiques. Il s'agit alors de vrais jumeaux. Ils partagent habituellement le même placenta, mais peuvent avoir chacun leur poche de liquide amniotique ou être dans la même.

De vrais jumeaux

Les faux jumeaux

Deux ovules différents sont fécondés par deux spermatozoïdes différents. Les deux embryons qui se développent ainsi ont chacun leur propre bagage génétique. Les jumeaux n'ont alors pas plus de ressemblances que des frères et sœurs. Ce sont de faux jumeaux.

Le sexe des jumeaux dépend de la force de la semence masculine : une semence forte donnera des mâles, si elle est faible ce seront des jumelles.

Si une femme a des relations sexuelles avec deux hommes pendant ce court laps de temps, elle pourrait concevoir des jumeaux qui ont des pères différents. Le phénomène porte le nom de superfécondation hétéropaternelle.

De vraies jumelles

Les triplés

La conception de triplés peut se produire de 3 façons différentes.

- **Trois bébés identiques**
  Un ovule est fécondé par un spermatozoïde. Un seul embryon est ainsi formé. Ce dernier se divise ensuite en 3 nouveaux embryons qui se développent côte à côte.
- **Trois bébés différents**
  Trois ovules sont fécondés par trois spermatozoïdes différents. Les trois embryons qui se développent ont chacun leur propre bagage génétique. Les triplés n'ont alors pas plus de ressemblances que des frères et sœurs.
- **Deux bébés identiques et un bébé différent**
  Deux ovules sont fécondés par deux spermatozoïdes différents. Un des embryons se divise ensuite en deux nouveaux embryons. Ce sont les bébés de l'embryon qui se divise qui seront identiques ; l'autre aura son propre bagage génétique.

De faux jumeaux

Deux raisons expliquent cette hausse.

Premièrement, les femmes retardent maintenant davantage l'âge de la maternité alors que la fréquence des grossesses multiples augmente avec l'âge de la mère. Deuxièmement, les traitements de fertilité seraient aussi plus fréquents. La stimulation des ovaires avec des hormones et la fécondation in vitro sont en effet des procédures qui augmentent les chances de concevoir des jumeaux.

Des triplés

SPÉCIMEN

Leçon 2

LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS CHEZ L'HOMME

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- décrire les cycles sexuels de la femme ;
- identifier les règles d'hygiène et de santé menstruelle ;
- expliquer la régulation des cycles sexuels chez la femme et la régulation des fonctions testiculaires chez l'homme ;
- réaliser le schéma de régulation des cycles sexuels et le schéma de régulation des fonctions testiculaires ;
- dégager le mode d'action de la pilule contraceptive et l'impact de la contraception sur la vie familiale.

Tes prérequis

À la puberté, les organes sexuels mâles et femelles entrent en fonction. Chez la femme, certains signes tels que l'ovulation et l'apparition cyclique des menstrues marquent le fonctionnement des organes sexuels tandis que chez l'homme, ce fonctionnement est marqué par l'émission de sperme contenant des spermatozoïdes.

Situation d'apprentissage

Des élèves en classe terminale D dans votre établissement écoutent une conversation entre deux filles de leur classe. L'une des filles dit être très angoissée parce qu'elle a des cycles menstruels irréguliers, parfois moins de 28 jours et souvent allant jusqu'à de 32 jours. L'autre affirme avoir fait deux avortements parce qu'elle n'arrive pas à maîtriser sa période ovulatoire pour éviter les grossesses.

Désireux de comprendre le fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme, ces élèves décident de décrire les cycles sexuels de la femme et d'expliquer la régulation du fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme ainsi que le mode d'action de la pilule contraceptive.

SPECIMEN

LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS DE LA FEMME ET LES RÈGLES D'HYGIÈNE MENSTRUELLE

LES CYCLES SEXUELS CHEZ LA FEMME ET LES RÈGLES D'HYGIÈNE ET DE SANTÉ MENSTRUELLE

Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux cycles sexuels chez la femme.*
- *Effectue des recherches dans des ouvrages sur les règles d'hygiènes menstruelles.*
- *Relève les résultats des recherches et de l'observation.*

Le point de l'activité

L'évolution des follicules de l'ovaire et la muqueuse de l'utérus d'une femme pubère est observée au microscope, puis les hormones ovariennes et hypophysaires sont dosées durant un cycle menstruel de 28 jours, en vue de déterminer le fonctionnement des organes sexuels chez la femme, des recherches sont effectuées dans des ouvrages scientifique pour identifier les règles d'hygiène menstruelles.

Les résultats des observations, des dosages et des recherches sont représentés par le texte et les figures du document 1.

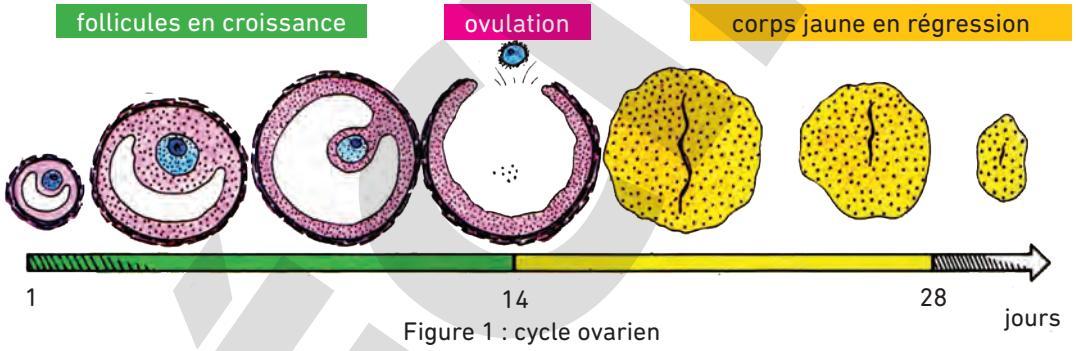


Figure 1 : cycle ovarien

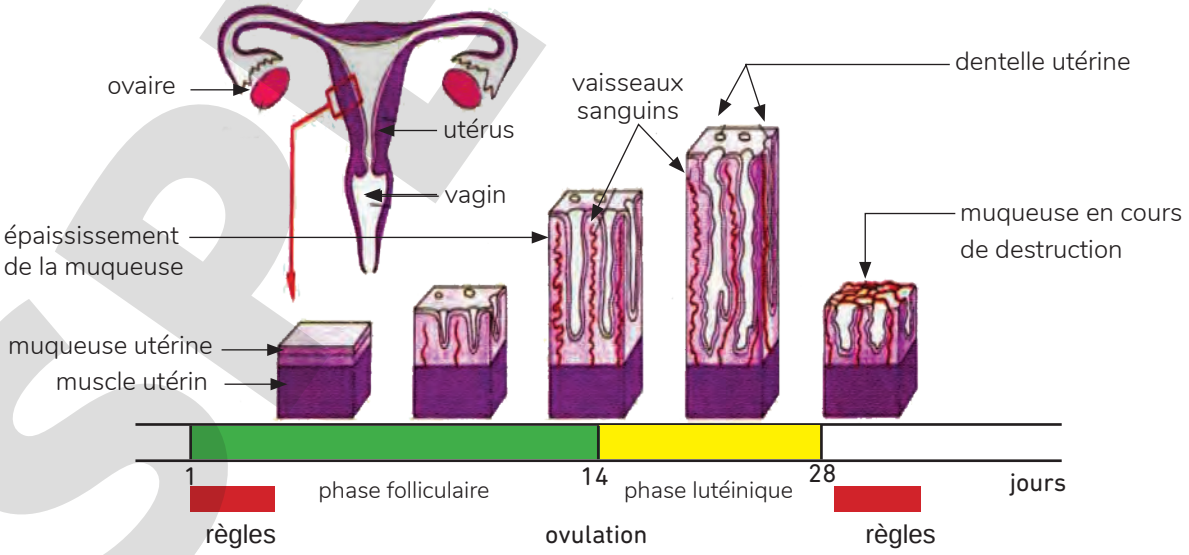


Figure 2 : cycle utérin

SPÉCIMEN

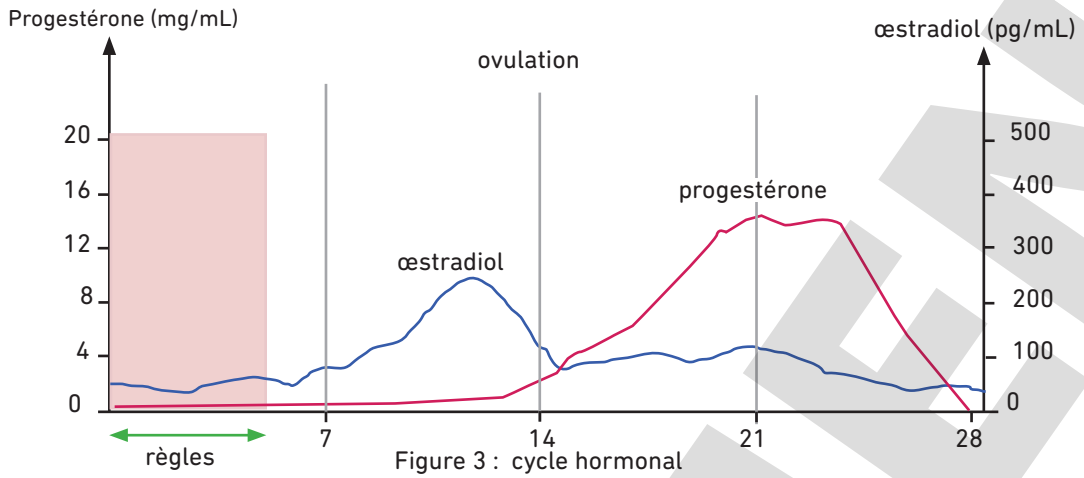


Figure 3 : cycle hormonal

Document 1 : les cycles sexuels chez la femme

Texte

Durant les règles, la flore vaginale est sujette à plusieurs risques d'agressions de bactéries. Exemples : lorsque la femme change de tampon ou serviette, lors d'un rapport sexuel ou encore lors de nettoyages trop fréquents. De ce fait, il est important d'avoir une hygiène intime irréprochable. Elle permet d'éviter la prolifération de bactéries et de contracter des infections non désirées. Il est conseillé de favoriser les sous-vêtements en coton car ils offrent l'avantage d'éviter les irritations, protègent le vagin et préviennent des infections vulvo-vaginales.

La femme doit changer de sous-vêtements tous les jours et remplacer impérativement le tampon ou la serviette hygiénique toutes les quatre à six heures au maximum. Si elle le laisse plus longtemps, elle risque de contracter une infection vaginale et/ou des irritations. La femme doit également se laver les mains avant et après chaque changement de protection intime et nettoyer, à l'eau claire ou avec un savon adapté, la zone intime deux fois par jour (matin et soir), pour la garder propre et éviter les odeurs.

Pour favoriser le bon équilibre de sa flore vaginale, la femme, durant la période des règles, doit éviter les rapports sexuels, de porter des vêtements trop serrés, d'utiliser des déodorants et savons parfumés pour sa toilette intime car ils peuvent provoquer des démangeaisons, des irritations et ils sont propices au développement de mycoses dans la zone vulvo-vaginale. Le manque d'aération favorise le développement de bactéries et les frottements provoquent des irritations.

Les auteurs

Activité 2

- ***Lis le texte.***
- ***Observe les figures du document 1.***
- ***Identifie les cycles sexuels chez la femme.***
- ***Décris chaque cycle sexuel.***
- ***Établis une relation entre ces cycles sexuels.***
- ***Relève les règles d'hygiène menstruelles.***

SPECIMEN

Le point de l'activité

Le **cycle ovarien** (figure 1) se subdivise en deux phases (la phase folliculaire ou phase pré-ovulatoire et la phase lutéinique ou phase post-ovulatoire) séparées par la ponte ovulaire ou ovulation.

Au cours de la **phase folliculaire** ou phase pré-ovulatoire ou encore **phase œstrogénique** (0 à 14 jours), quelques follicules cavitaires se développent. L'un d'eux subit une croissance plus rapide que les autres et aboutit au stade de follicule mûr ou **follicule de De Graaf.** Le follicule mûr libère l'ovocyte II au 14e jour : c'est l'**ovulation** ou ponte ovulaire (phase ovulatoire).

Après l'ovulation, le follicule rompu se transforme en **corps jaune**. Au cours de la phase lutéinique ou phase post ovulatoire ou encore **phase progestative** (14 à 28 jours), la taille du corps jaune augmente progressivement, puis régresse et dégénère (en l'absence de nidation) à la fin du cycle.

Au cours du **cycle utérin** (figure 2), l'épaisseur de l'endomètre diminue durant la période des menstruations suite à la desquamation de la muqueuse utérine. Elle s'épaissit progressivement pendant la phase pré-ovulatoire (du 4e au14e jour). Les glandes deviennent sinueuses puis présentent un aspect de dentelle appelé **dentelle utérine** favorable à la nidation. Au cours de la phase lutéinique (du 14e au 28e jour), la muqueuse utérine continue de s'épaissir et son épaississement devient maximal. Pendant l'épaississement de l'endomètre, les glandes en tube deviennent tortueuses et les vaisseaux sanguins prolifèrent et se spiralisent davantage.

Le **cycle des hormones ovariennes** (figure 3) est lié au cycle ovarien. Au cours de la phase folliculaire, le taux des œstrogènes (œstradiol) augmente progressivement pour atteindre un maximum de 10 pgmL-1, 24 heures ou 48 heures avant l'ovulation, puis chute, tandis que le taux de progestérone constant est quasiment nul. Par contre, pendant la phase lutéinique, il augmente avant de diminuer à nouveau jusqu'à la fin du cycle. Quant à la progestérone, son taux augmente jusqu'au milieu de cette phase (vers le 21e jour du cycle) puis diminue progressivement jusqu'à la fin du cycle.

Le texte révèle certaines règles d'hygiène à respecter pour avoir une bonne santé menstruelle.

Durant la période des menstrues, la femme doit :

- utiliser les **sous-vêtements en coton**, car ils offrent l'avantage d'éviter les irritations, protègent le vagin et préviennent des infections vulvo-vaginales ;
- changer de sous-vêtements tous les jours et remplacer impérativement le tampon ou la serviette hygiénique toutes les quatre à six heures maximum pour minimiser le risque de contracter une infection vaginale ;
- se laver les mains avant et après chaque changement de protection intime ;
- nettoyer à l'eau claire ou avec un savon adapté sa zone intime deux fois par jour (matin et soir), pour la garder propre et éviter les odeurs ;
- éviter les rapports sexuels et de porter des vêtements trop serrés ;
- éviter d'utiliser des déodorants et savons parfumés pour sa toilette intime car ils sont propices au développement de mycoses dans la zone vulvo-vaginale.

La flore vaginale étant sujette à plusieurs risques d'agressions de microbes durant la période des menstrues, il est conseillé à la femme d'avoir une hygiène intime irréprochable pour éviter de déséquilibrer la flore bactérienne vaginale habituelle qui peut être remplacée par des bactéries

SPÉCIMEN

pathogènes à l'origine des pertes vaginales plus abondantes, malodorantes et gênantes.
Le respect des règles d'hygiène menstruelle contribue à une bonne santé sexuelle et reproductive qui permet à la femme de profiter d'une vie sexuelle satisfaisante et sûre et de procréer si elle désire le faire.
Le fonctionnement des organes sexuels chez la femme (ovaires, utérus) est cyclique.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous se rapporte aux cycles sexuels de la femme.

Chez la femme, le fonctionnement cyclique de l'appareil génital débute à la puberté et s'achève à la ménopause. À chaque cycle, l'un des deux ovaires libère un gamète femelle : c'est l'...**1**.... qui permet de diviser le cycle sexuel de la femme en deux phases. La première est la ...**2**.... Sa durée varie de 12 à 18 jours en moyenne, elle est caractérisée par l'évolution d'un ...**3**.... contenant l'ovocyte II qui est le gamète femelle. Pendant cette phase, la thèque interne et la granulosa du ...**4**.... en croissance produisent uniquement des ...**5**.... qui provoquent la prolifération de la muqueuse utérine aussi appelée : ...**6**.... La deuxième phase est la ...**7**.... Sa durée est relativement constante, soit 14 jours. Elle est caractérisée par l'évolution du corps jaune issu de la transformation du follicule rompu. Ce corps jaune produit de la ...**8**.... mais aussi des œstrogènes qui agissent sur l'endomètre en augmentant son épaisseur et lui donnant l'aspect ...**9**.... favorable à la nidation d'un embryon.

Complète le texte à l'aide des mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres: œstrogènes ; endomètre ; follicule cavitaire ; phase folliculaire ; phase lutéinique ; dentelle utérine ; ovulation ; progestérone ; follicule.

LES ORGANES QUI INFLUENCENT LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS DE L'HOMME

LA RÉGULATION DU FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS DE LA FEMME ET DES TESTICULES

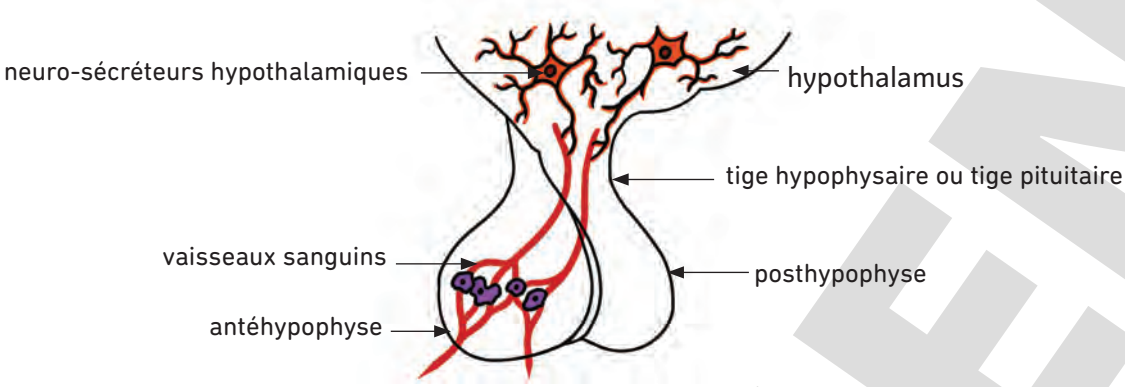
Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la régulation du fonctionnement des organes sexuels.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

Dans le but de montrer la régulation des organes sexuels chez l'homme et chez la femme, une observation au microscope du complexe hypothalamo-hypophysaire est faite et les expériences ci-dessous sont réalisées.
L'hypothalamus comporte des neuro-sécréteurs reliés à l'antéhypophyse par la tige pituitère. l'hypophyse comporte deux lobes : l'antéhypophyse et la posthypophyse toutes deux vascularisées (document 2).

SPECIMEN



Document 2 : schéma du complexe hypothalamo-hypohysaire

L'ablation de l'hypophyse (hypophysectomie), la lésion de l'antéhypophyse, la greffe d'hypophyse et l'injection d'extraits hypophysaires, après l'hypophysectomie, sont réalisées chez une femme pubère (A).
La lésion de l'hypothalamus, la section de la tige pituitaire reliant l'hypothalamus et la stimulation électrique de l'hypothalamus sont réalisées chez une femme pubère (A).
L'ablation bilatérale des ovaires (ovariectomie), l'injection de faibles doses d'œstrogènes et de fortes doses d'œstrogènes dans l'hypothalamus sont pratiquées chez une femme pubère (C).
L'ablation de l'hypophyse (D), l'ablation bilatérale des testicules (castration) (E), l'injection de LH (F) et l'injection de fortes doses de testostérone dans l'hypothalamus (G) sont pratiquées chez un homme pubère.

Les résultats de l'observation et des expériences sont représentés respectivement par le schéma du document 2 et les tableaux des documents 3 et 4.

	Expériences	Résultats
A	Ablation médicale de l'hypophyse chez une femme pubère	Arrêt de cycles ovarien et utérin
	Lésion de l'antéhypophyse chez une femme pubère Injection d'extraits hypophysaires à une femme hypophysectomisée Greffe d'hypophyse à une femme hypophysectomisée	Reprise de cycles ovarien et utérin
B	Lésion de l'hypothalamus chez une femme pubère Section de la tige pituitaire reliant l'hypothalamus à l'hypophyse	Arrêt des sécrétions de FSH et de LH et arrêt des cycles ovarien et utérin
	Stimulation électrique de l'hypothalamus chez une femme pubère	Sécrétions de FSH et de LH et reprise des cycles ovarien et utérin
C	L'ovariectomie bilatérale est pratiquée chez une femme pubère	Hypertrophie de l'hypophyse et augmentation du taux sanguin des gonadostimulines
	Injection d'une petite quantité d'œstrogènes dans l'hypothalamus d'une femme pubère	Augmentation de la production de LH, maturation des follicules et ovulation
	Injection de fortes doses d'œstrogènes dans l'hypothalamus d'une femme pubère	Baisse de la sécrétion des hormones hypophysaires et ovariennes

Document 3 : mise en évidence de la régulation des cycles sexuels chez la femme

SPECIMEN

	Expériences	Résultats
D	Ablation médicale de l'hypophyse antérieure (hypophysectomie) chez un homme pubère	Atrophie des testicules Régression des caractères sexuels secondaires
E	Castration chez un homme pubère	Augmentation du taux sanguin des gonadostimulines
F	Injection de LH à un homme pubère normal	Augmentation du taux de testostérone et développement des caractères sexuels secondaires
G	Injection de petites quantités de testostérone dans l'hypothalamus d'un homme pubère	Atrophie des testicules Régression des caractères sexuels secondaires

Document 4 : mise en évidence des fonctions testiculaires

Activité 2

- ***Observe le schéma du document 2.***
- ***Analyse les résultats des expériences.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

L'**ablation de l'hypophyse** (hypophysectomie) et la **lésion de l'antéhypophyse** entraînent l'arrêt des cycles ovarien et utérin alors que la lésion de l'hypothalamus et la section de la tige pituitaire provoquent l'arrêt des sécrétions de FSH et de LH, et des cycles ovarien et utérin chez la femme. Par contre, la greffe d'hypophyse et l'injection d'extraits hypophysaires provoquent la reprise de la sécrétion des gonadostimulines (FSH, LH) et des cycles ovarien et utérin.

L'ablation bilatérale des ovaires (ovariectomie) et l'injection de faibles doses d'œstrogènes dans l'hypothalamus provoquent une hypertrophie de l'hypophyse et une augmentation du taux sanguin des gonadostimulines alors que l'injection de fortes doses d'œstrogènes engendre une baisse de la sécrétion des hormones hypophysaires et ovariennes.
L'ablation de l'hypophyse antérieure (hypophysectomie) engendre, chez l'homme, une atrophie des testicules et la régression de ses caractères sexuels secondaires. Cependant, la castration d'un homme pubère entraine une augmentation du taux sanguin des gonadostimulines (LH et FSH).

L'injection de LH dans le sang d'un homme pubère entraine une augmentation du taux de testostérone dans le plasma. Par contre, l'introduction de faibles doses de testostérone dans l'hypothalamus d'un homme pubère entraine une atrophie des testicules et une régression des caractères sexuels secondaires.

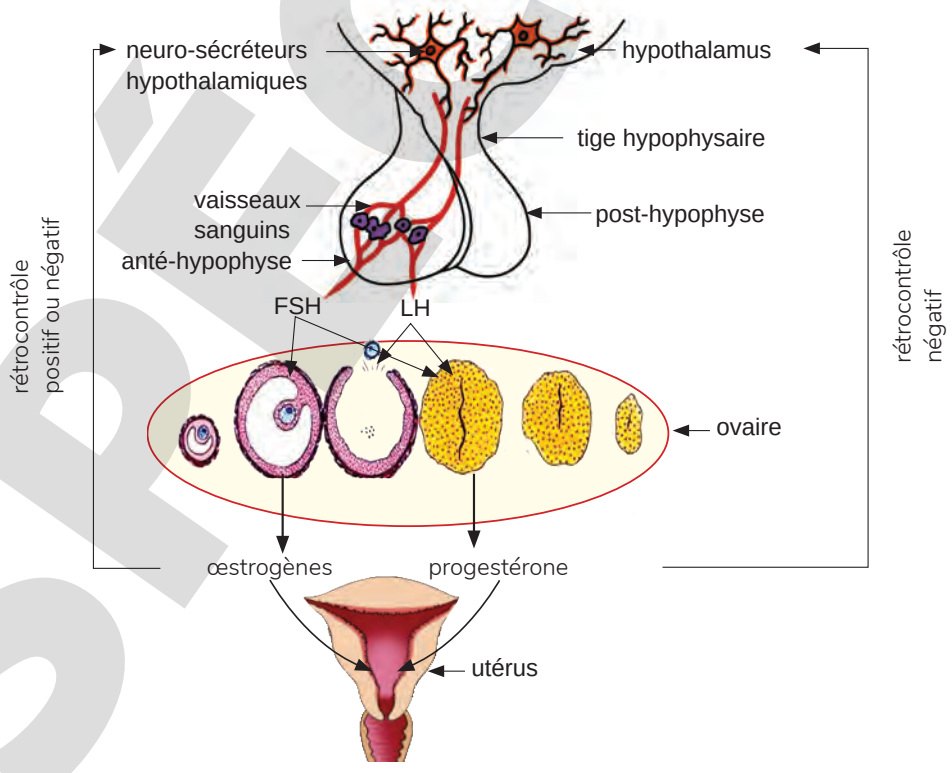
L'activité cyclique des ovaires est sous le contrôle du complexe hypothalamo-hypophysaire.
L'**hypothalamus** agit sur l'**antéhypophyse** par l'intermédiaire d'une **neurohormone : l**a GnRH (Hormone de libération des **gonadotrophines** ou gonadolibérine) libérée de façon pulsatile. Cette hormone contrôle la libération des **hormones hypophysaires** (la FSH et de la LH). Ces deux hormones hypophysaires appelées gonadostimulines ou gonadotrophines sont secrétées par les cellules du lobe antérieur de l'hypophyse (ou antéhypophyse). Pendant la

SPECIMEN

phase folliculaire, la **FSH** sécrétée par l'antéhypophyse agit sur les ovaires pour favoriser la croissance et la maturation des follicules. Ces follicules en croissance sécrètent l'**œstradiol** dont le taux de plus en plus élevé agit sur l'endomètre pour favoriser la reconstitution de la muqueuse utérine. Quant à la **LH**, elle agit sur les ovaires et son pic déclenche l'**ovulation**. Pendant la phase lutéinique, la LH permet la transformation du follicule rompu en corps jaune et entretient la sécrétion des œstrogènes par les follicules et la sécrétion de progestérone par les cellules lutéales.

Le complexe hypothalamo-hypophysaire détecte toutes les variations des taux des hormones ovariennes (œstrogènes et progestérone). Ces variations des taux hormonaux modifient l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire. En effet, l'hypothalamus contrôle l'activité des ovaires par l'intermédiaire de l'hypophyse et les ovaires exercent une action en retour sur l'hypothalamus par l'intermédiaire de leurs secrétions hormonales (œstrogènes et progestérones) : on parle de **rétrocontrôle** ou **feed-back**.

Lorsque la hausse du taux des hormones ovariennes dans le sang freine la sécrétion des gonadotrophines ou lorsqu'une chute du taux de ces hormones entraîne une hypersécrétion des gonadostimulines, le rétrocontrôle est dit négatif. Ce **rétrocontrôle négatif** se produit tout au long du cycle en dehors de la période ovulatoire. L'introduction d'une forte dose d'œstrogènes dans l'hypothalamus entraine une augmentation du taux de LH. Ainsi, lorsqu'une augmentation du taux des hormones ovariennes (pic d'œstrogènes) entraine une augmentation du taux des hormones hypophysaires (pic de LH), le rétrocontrôle est dit **positif**. Le rétrocontrôle positif s'observe juste avant l'ovulation.



SPÉCIMEN

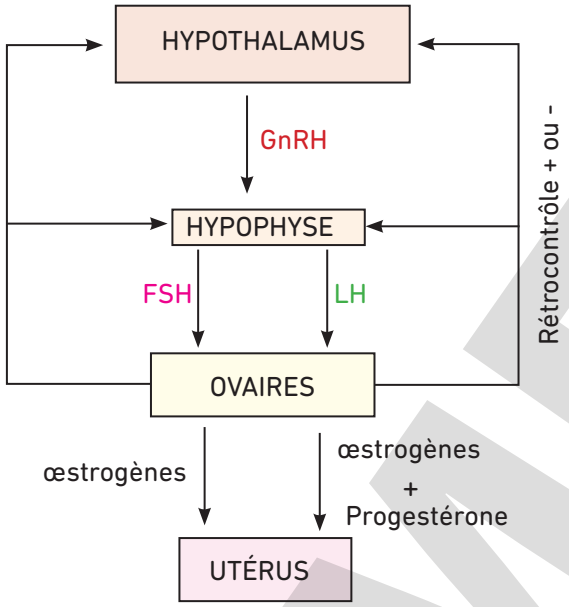


Schéma de la régulation des cycles sexuels chez la femme

Chez l'individu de sexe masculin, le complexe hypothalamo-hypophysaire contrôle l'activité **testiculaire** par la production de deux hormones, la LH et la FSH.

La **FSH** agit sur les tubes séminifères en favorisant la **spermatogénèse** (formation des spermatozoïdes)

La LH ou ICSH (hormone de stimulation des cellules interstitielles) agit sur les **cellules de Leydig** qui sécrètent l'hormone mâle : la testostérone (produite de façon continue à partir de la puberté).

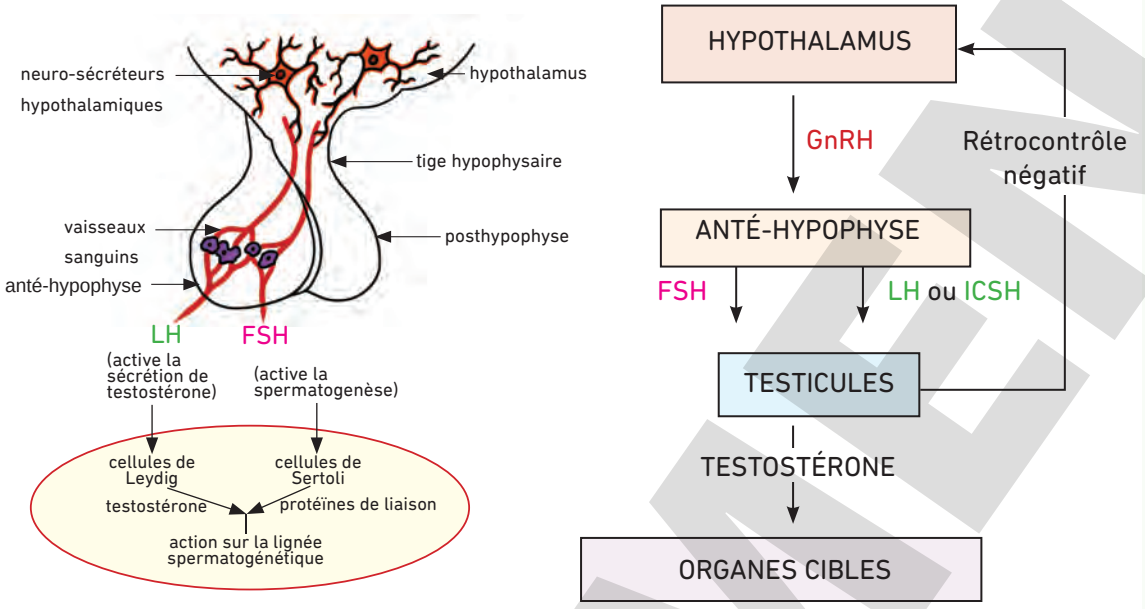
L'hypothalamus agit sur l'hypophyse par l'intermédiaire d'une neurohormone, la GnRH ou gonadolibérine. La GnRH libérée dans le sang est véhiculée jusqu'à l'hypophyse antérieure et déclenche la libération des gonadotrophines.

L'augmentation du taux sanguin des gonadostimulines après castration du rat montre que les testicules contrôlent l'activité de l'hypophyse en la freinant. Ce contrôle se fait par l'intermédiaire de la testostérone.

Une forte dose de testostérone dans le sang est détectée par les neurones sécréteurs de GnRH grâce aux récepteurs spécifiques qu'ils possèdent. Cette forte dose inhibe l'activité de ces neurones et entraîne l'arrêt de la sécrétion de GnRH et par conséquent celle des gonadostimulines. La testostérone exerce en permanence un effet modérateur sur le complexe hypothalamo-hypophysaire : c'est le **rétrocontrôle négatif** ou **feed back négatif**.

La testostérone n'a aucun effet sur la production de FSH. La sécrétion de cette gonadotrophine semble être inhibée par une inhibine, substance sécrétée par les cellules de Sertoli.

SPÉCIMEN



Schémas de la régulation des fonctions testiculaires

L'activité des ovaires et des testicules est commandée par le complexe hypothalamo-hypophysaire par l'intermédiaire des gonadotrophines. Et en retour, ces gonades agissent par rétrocontrôle sur l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire par l'intermédiaire des hormones qu'elles produisent.

Le fonctionnement des organes sexuels est régulé par l'hypothalamus et l'hypophyse localisés dans l'encéphale.

Vérifie tes acquis

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la régulation des cycles sexuels chez la femme.

A- Les gonadostimulines sont des hormones produites par la posthypophyse.

B- La GnRH est produite de façon pulsatile par l'hypothalamus.

C- Les ovaires exercent un rétrocontrôle sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

D- Pendant la phase folliculaire, le pic des œstrogènes entraine le pic de la FSH.

E- Le système nerveux influence les cycles sexuels de la femme.

F- Le rétrocontrôle positif se produit à la fin de la phase lutéinique.

Relève les lettres correspondant aux affirmations justes.

LA RÉGULATION DES NAISSANCES

LE MODE D'ACTION DES PILULES CONTRACEPTIVES

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence du mode d'action des pilules contraceptives.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux états de l'endomètre utérin et de la glaire cervicale avant et après la prise d'une pilule contraceptive.***
- ***Relève les résultats de l'expérience et de l'observation.***

SPÉCIMEN

Le point de l'activité

En vue de déterminer le mode d'action de la pilule combinée, les expériences ci-après sont réalisées et des recherches sont effectuées dans des ouvrages pour déterminer le mode d'action des autres pilules contraceptives.

La pilule combinée composées d'œstrogènes et de progestérone est administrée à une femme, soit par voie orale, soit à l'aide d'un patch. Des dosages des hormones hypophysaires et ovariennes sont faits et l'aspect de l'endomètre utérin et de la glaire cervicale est observés au microscope durant un cycle menstruel.

Les résultats des expériences et des recherches sont représentés respectivement par les figures du document 5 et le tableau du document 6.

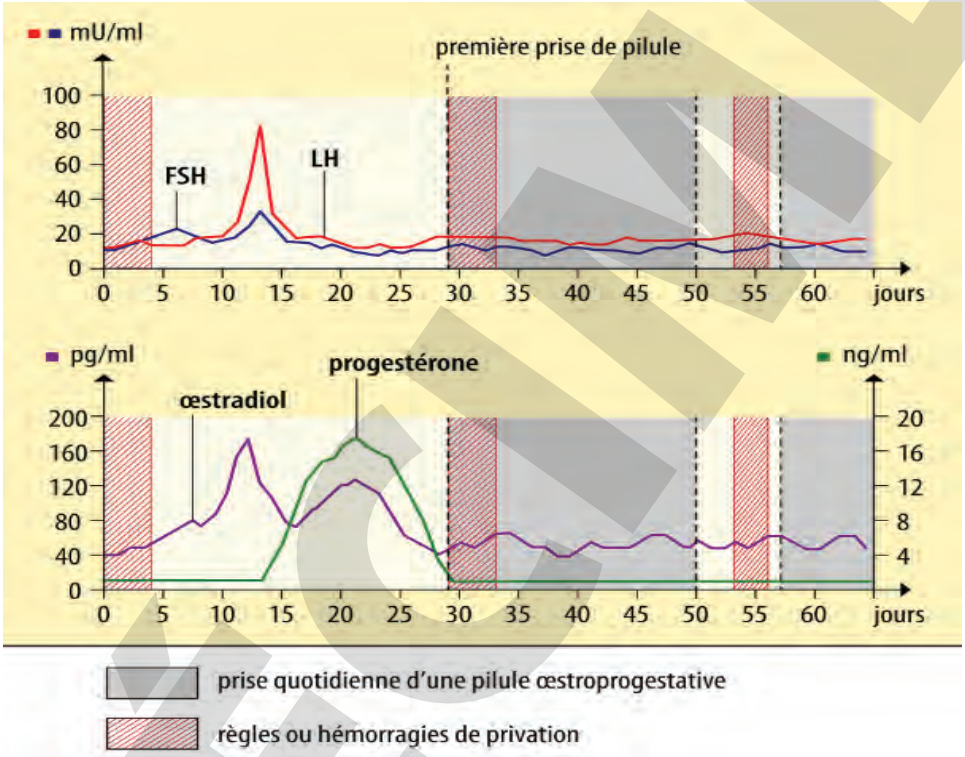
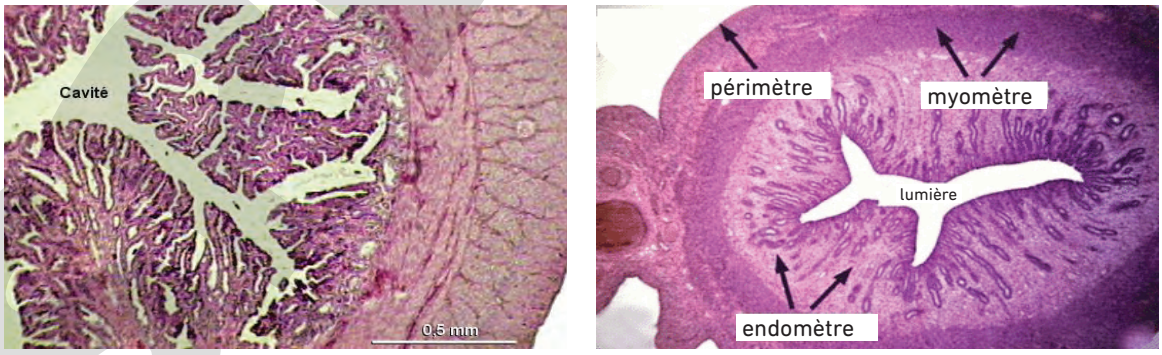


Figure 4 : évolution des hormones sexuels , chez une femme sous pilule combinée



A B

Figure 5 : évolution de la muqueuse utérine chez une femme normale (A) et chez une femme sous pilule combinée (B)

SPECIMEN

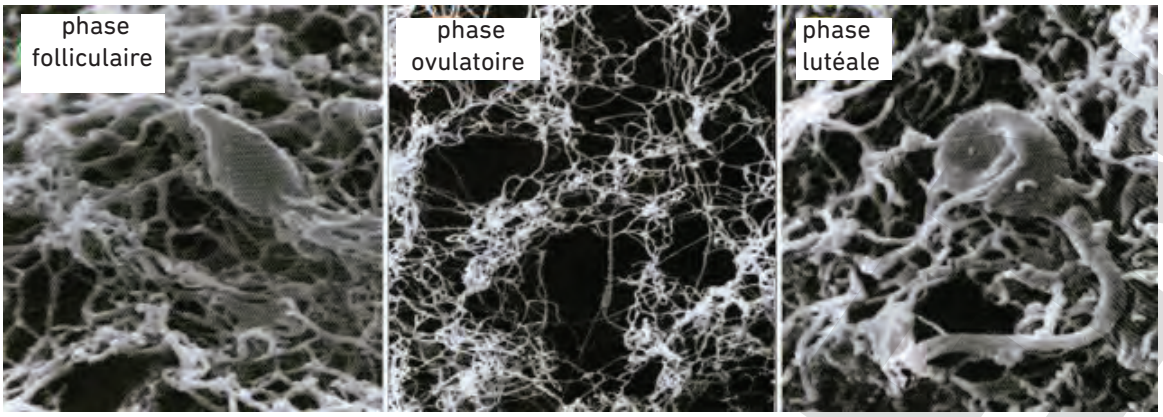


Figure 6 : évolution de la glaire cervicale chez une femme normale

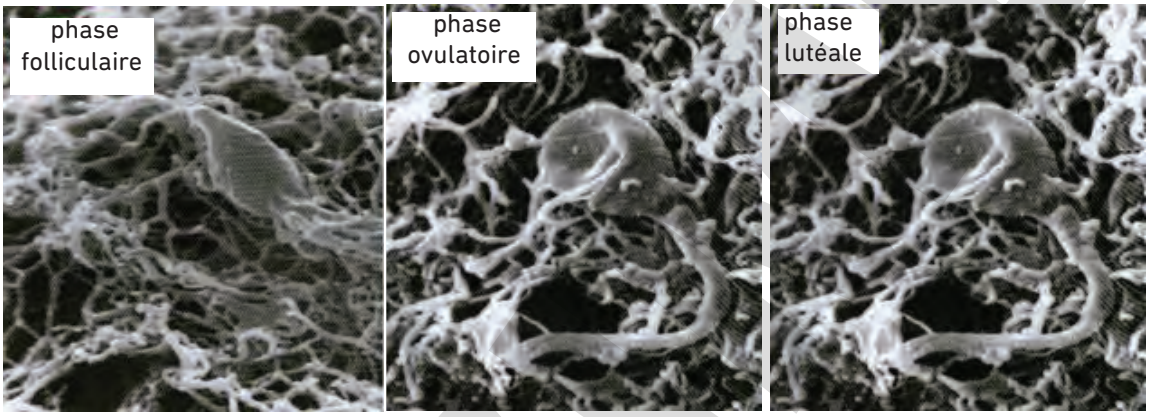


Figure 7 : évolution de la glaire cervicale chez une femme sous pilule combinée

Document 5 : effet de la pilule combinée sur les cycles sexuels

Types de pilules	Substances contenues	Niveaux d'action		
		Ovaires	Glaire cervicale	Endomètre
Pilules œstro-progestatives	Œstrogènes progestérone (normodosée)	Blocage de la maturation du follicule par inhibition de FSH		
	Œstro-progestatifs à 50µg d'éthymil œstradiol (normodosée)	Blocage de l'ovulation par inhibition de LH et FSH	Modification de la glaire cervicale qui devient imperméable aux spermatozoïdes	Modification de l'endomètre qui devient impropre à la nidation
Micropilule progestative pure	Progestérone seuls 0,6 mg de noréthistérone		Modification de la glaire cervicale qui devient imperméable aux spermatozoïdes	Modification de l'endomètre qui devient impropre à la nidation

SPECIMEN

Pilule anti-progestative (« abortive »)	Substance antagoniste de la progestérone PG E2 (prostaglandine)			Provoque l'expulsion de l'embryon
Pilule du lendemain	Progestérone en quantité importante	Empêche l'ovulation		Empêche la nidation en rendant l'endomètre impropre à la nidation

Document 6 : tableau des différents types de pilules et leur mode d'action

Activité 2

- ***Observe les figures du document 5.***
- ***Identifie les différents types de pilules des données du tableau.***
- ***Dégage le mode d'action des pilules.***
- ***Analyse les résultats des expériences.***
- ***Interprète-les.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

La pilule combinée libère dans le sang une petite dose d'œstrogènes et de progestérone de synthèse. La progestérone de synthèse leurre le cerveau, en lui faisant croire qu'une grossesse est lancée, ce qui **inhibe la production de la FSH**, l'hormone qui provoque le maturation les follicules ovariens et qui induit la production de la LH, l'hormone dont le pic déclenche l'**ovulation** (figure 4). La pilule combinée bloque donc l'ovulation.

Les œstrogènes permettent un faible épaississement de l'endomètre utérin, afin de « garantir » des saignements en fin de cycle sexuel.

Elle modifie l'endomètre et la glaire cervicale. En effet, malgré la présence d'œstrogènes de synthèse, l'endomètre est plus fin. Avec une pilule progestative, il ne s'épaissit quasiment pas, ce qui explique que les femmes sous progestatif n'ont parfois plus leurs règles (figure 5). Cette atrophie de l'endomètre le rend impropre à la nidation, ce qui renforce l'effet contraceptif de la pilule. La pilule vient également **épaissir la glaire cervicale** durant quasiment tout le cycle menstruel (figure 6), ce qui entrave les chances de fécondation.

L'analyse du tableau montre trois types de pilules selon les substances qu'elles contiennent. Elles se présentent sous forme de comprimés contenant des hormones ovariennes de synthèse (stéroïdes de synthèse) que la femme prend par voie orale.

Les **pilules œstroprogestatives** et les pilules du lendemain agissent sur l'ovaire en bloquant soit la **maturation du follicule** par inhibition de la FSH, soit l'**ovulation** par inhibition de la LH et la FSH. Les pilules œstroprogestatives et les micropilules progestatives pures agissent au niveau du col de l'utérus, en modifiant la glaire cervicale qui devient **imperméable** aux spermatozoïdes. Les pilules œstroprogestatives, les micropilules progestatives pures, les pilules anti-progestérone et les pilules du lendemain agissent sur l'utérus, soit en modifiant l'endomètre qui devient

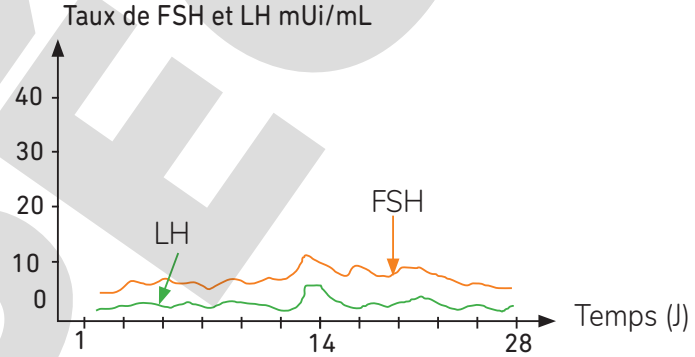
SPECIMEN

impropre à la nidation, soit en provoquant l'expulsion de l'embryon après la nidation.
En effet, l'absorption de pilules entraîne une augmentation du taux des hormones ovariennes de synthèse dans le sang. L'élévation du taux des hormones ovariennes exerce un **rétrocontrôle négatif** sur le complexe hypothalamo-hypophysaire en provoquant une inhibition de la sécrétion des gonadostimulines (FSH et LH) dont les taux deviennent faibles. Le faible taux de FSH étant insuffisant pour induire le développement des follicules, la quantité d'œstrogènes demeure aussi très faible. Par conséquent, le pic de LH est supprimé ; d'où l'absence d'ovulation chez la femme qui prend la pilule : on parle d'**anovulation**.
La prise de pilule est une méthode contraceptive qui présente plusieurs avantages :
- le **planning familial** : le couple aura le nombre d'enfants qu'il veut au moment où il le désire. Il peut planifier au mieux les besoins de ses enfants (nourriture, éducation, vêtements...), le couple dispose également de plus de temps pour être ensemble et avec les enfants ;
- la **préservation de la santé** de la mère ;
- la **réduction des grossesses à risque** (grossesses précoces, tardives ou rapprochées) et des grossesses non désirées.

Le fonctionnement des organes sexuels peut être modifié par des produits de synthèse tels que la pilule contraceptive.

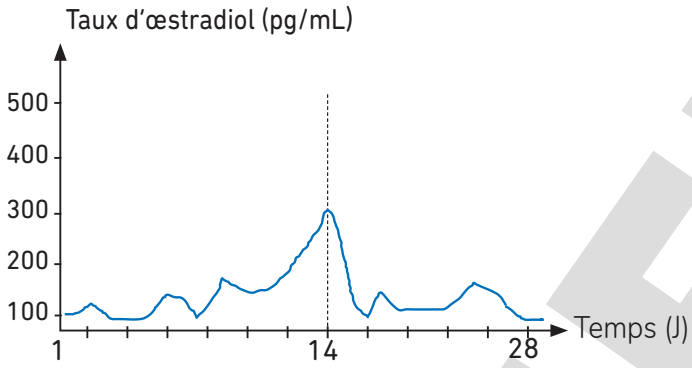
Utilise tes acquis

Dans le cadre d'un exposé sur les cycles sexuels et leur régulation, des élèves de Première A de ton établissement font des recherches sur la relation entre l'ovaire et l'utérus au cours d'un cycle sexuel. Ils découvrent, dans un manuel de biologie, les courbes du document ci-dessous, traduisant les variations du taux plasmatique des hormones ovariennes et hypophysaires au cours du cycle sexuel chez madame X qui, après plusieurs années de mariage, n'enfante pas.

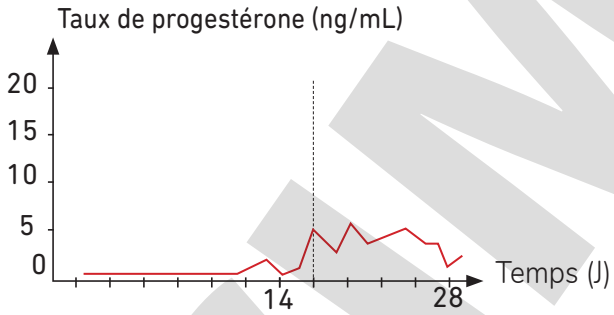


Document 1

SPÉCIMEN



Document 2



Document 3

Ces élèves éprouvent des difficultés à établir la relation entre les ovaires et l'utérus. Ils te sollicitent pour les aider à exploiter ces documents.

1- **Indique pour chaque hormone l'organe qui la sécrète.**
2- **Analyse les courbes.**
3- **Établis une relation entre l'évolution des taux des hormones ovariennes et hypophysaires.**
4- **Déduis l'origine de la stérilité de madame X.**

SPÉCIMEN

Retiens l'essentiel

Le cycle ovarien de la femme dure en moyenne 28 jours et comprend deux phases séparées par l'ovulation. La phase folliculaire, qui a une durée variable, est marquée par l'évolution d'un follicule cavitaire et par la sécrétion d'œstrogènes par la thèque interne et la granulosa des follicules en croissance. Elle s'achève par l'ovulation ou l'expulsion d'un ovocyte II hors du follicule mûr. La phase lutéale, qui a une durée fixe de 14 jours, correspond à la formation d'un corps jaune issu de la transformation du follicule rompu, et à la sécrétion d'œstrogènes et de progestérone par celui-ci. Les œstrogènes stimulent la maturation d'un follicule cavitaire et la prolifération de l'endomètre. La progestérone confère à l'endomètre un aspect en dentelle. En fin de cycle, la régression du corps jaune entraine la chute du taux d'hormones ovariennes provoquant la desquamation de l'endomètre : ce sont les menstrues ou règles. Le fonctionnement des ovaires est sous le contrôle des hormones hypophysaires (FSH et LH).

La sécrétion des gonadostimulines (FSH, LH) est stimulée par des neurohormones hypothalamiques appelées gonadotrophines releasing hormones ou GnRH. Les fonctions testiculaires sont également sous le contrôle du complexe hypothalamo-hypophysaire : la FSH contrôle la spermatogenèse et la LH contrôle la production de la testostérone. Le taux sanguin de testostérone exerce un rétrocontrôle sur la production des gonadostimulines.

La LH agit directement sur les cellules interstitielles qui sécrètent la testostérone. La FSH agit indirectement sur la spermatogenèse par l'intermédiaire des cellules de Sertoli. La testostérone exerce en permanence un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire, modulant la sécrétion des gonadostimulines. Ce qui permet le maintien du taux de testostérone à une valeur constante.

SPÉCIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives au cycle des hormones ovariennes chez la femme.

1- Le taux de la progestérone est faible durant la phase folliculaire.

2- La sécrétion des œstrogènes est très importante au moment de l'ovulation.

3- Le taux de progestérone augmente pendant la phase lutéinique.

4- Le taux des œstrogènes est faible au moment de l'ovulation.

5- Le taux des œstrogènes reste constant tout au long du cycle sexuel.

6- La sécrétion de l'œstradiol est très importante pendant la phase pré-ovulatoire.

Réponds par « vrai » ou « faux » à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 En réponse à la consigne suivante : « Nomme les organes sexuels de la femme dont l'activité est modifiée au cours des cycles sexuels », des élèves font les propositions ci-dessous.

Les organes sexuels de la femme dont l'activité est modifiée au cours des cycles sexuels sont :

A- l'hypothalamus ;

B- le vagin ;

C- l'hypophyse ;

D- l'utérus ;

E- les ovaires ;

F- les trompes.

Relève les lettres correspondant aux réponses justes.

3 Le tableau ci-dessous présente les phases des cycles ovarien et utérin chez la femme et certaines de leurs caractéristiques.

Phases du cycle	Caractéristiques
1- Phase folliculaire 2- Ovulation 3- Phase lutéinique	a- Croissance des follicules b- Desquamation de la muqueuse utérine c- Production d'œstradiol uniquement d- Épaississement de la muqueuse utérine d- Formation du corps jaune e- Expulsion de l'ovocyte II g- Production de progestérone et d'œstrogènes

Associe chaque phase du cycle à sa ou ses caractéristiques, en utilisant les chiffres et les lettres.

4 Les étapes suivantes présentées dans le désordre se rapportent à la régulation des cycles sexuels chez la femme :

1- stimulation de l'antéhypophyse ;
2- sécrétion de gonadolibérine par les neurones hypothalamiques ;
3- sécrétion des gonadostimulines.
4- sécrétion des hormones ovariennes ;
5- stimulation de la muqueuse utérine ;
6- stimulation des ovaires ;
7- formation de la dentelle utérine.

Range dans l'ordre logique du déroulement de la régulation des cycles sexuels, en utilisant les chiffres.

SPÉCIMEN

5 Le texte ci-dessous se rapporte à la régulation des fonctions testiculaires chez l'homme.

Chez l'individu de sexe masculin, le complexe hypothalamo-hypophysaire contrôle l'activité testiculaire par l'intermédiaire de la LH et la FSH. La .....**1**..... agit sur les spermatogonies des tubes séminifères qui se transforment en spermatozoïdes au cours de la spermatogenèse tandis que la .....**2**..... agit sur les cellules de Leydig qui sécrètent la testostérone. L'hypothalamus agit sur l'hypophyse par l'intermédiaire de la .....**3**..... Cette neurohormone libérée dans le sang est véhiculée jusqu'à l'hypophyse antérieure et déclenche la libération des .....**4**..... qui à leur tour stimulent la sécrétion de la .....**5**..... Un taux élevé de cette hormone dans le sang inhibe .....**6**..... et entraîne l'arrêt de la sécrétion de la gonadolibérine et par conséquent celle des gonadostimulines. La testostérone a en permanence un effet modérateur sur le complexe hypothalamo-hypophysaire : c'est le .....**7**.....

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : l'activité de l'hypothalamus ; FSH ; GnRH ; rétrocontrôle négatif ; testostérone ; LH ; gonadotrophines.

6 Les affirmations ci-dessous se rapportent au mode d'action des pilules contraceptives chez la femme.

La pilule contraceptive :

A- inhibe la synthèse des hormones ovariennes.

B- empêche à la fois la rencontre des gamètes, la fécondation et la nidation.

C- inhibe l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire.

D- favorise l'ovulation chez la femme.

E- n'a aucun effet sur la régulation des cycles sexuels.

F- stimule la sécrétion des gonadostimulines.

G- exerce un rétrocontrôle positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les lettres.

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent aux cycles sexuels chez la femme.

1- Au cours du cycle ovarien, les phénomènes suivants sont observés :

a- la maturation des follicules ;
b- la sécrétion des œstrogènes et de la progestérone ;
c- la libération de l'ovocyte II ;
d- la sécrétion de la testostérone.

2- Au cours du cycle utérin, les phénomènes suivants sont observés :

a- l'épaississement de la muqueuse utérine ;
b- l'apparition des glandes en « U » ;
c- l'endomètre ne connaît aucun changement ;
d- les menstruations.

3- Les hormones hypophysaires sont :

a- l'hormone folliculostimulante ;
b- l'œstradiol ;
c- l'hormone lutéinisante ;
d- la FSH et la LH.

4- Le rétrocontrôle est :

a- positif lorsque le taux d'œstradiol est élevé ;
b- négatif lorsque le taux de la progestérone est élevé ;
c- positif lorsque les taux d'œstrogènes et de progestérone sont faibles ;
d- négatif lorsque le taux d'œstrogènes est élevé.

SPÉCIMEN

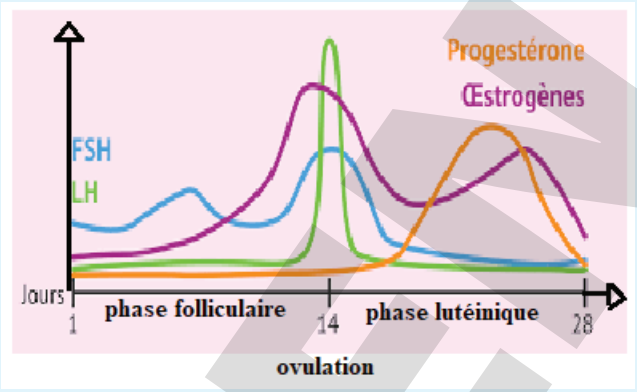
8 Le texte ci-dessous est relatif aux règles d'hygiène menstruelle et à la santé de la femme.

La flore vaginale étant sujette à plusieurs risques d'agressions de...**1**... durant la période des ...**2**..., il est conseillé à la femme d'avoir une...**3**... irréprochable pour éviter la prolifération de bactéries et de contracter des infections non désirées. Durant la période des menstrues, la femme doit respecter des...**4**.... Elle doit utiliser les...**5**... en coton car ils offrent l'avantage d'éviter les irritations, protègent le vagin et préviennent des infections vulvo-vaginales. Elle doit également changer de sous-vêtements tous les jours et remplacer impérativement le ...**6**... ou la serviette hygiénique toutes les quatre à six heures au maximum. Si elle le laisse plus longtemps, elle risque de contracter une ...**7**.... Il est également conseillé à la femme d'éviter les...**8**... et de porter des vêtements trop serrés.

Complète le texte avec les mots ou groupe de mots suivants, en utilisant les chiffres : bactéries ; menstrues ; sous-vêtements ; règles d'hygiène; tampon ; rapports sexuels ; infection vaginale ; hygiène intime**.**

SPÉCIMEN

1 Dans le cadre de la lutte contre les grossesses précoces en milieu scolaire, le club Santé de ton établissement décide d'organiser une conférence à cet effet. Un groupe d'élèves est désigné pour l'occasion, afin de recueillir des informations sur les cycles sexuels de la femme dans le centre de santé le plus proche. Le médecin qui les reçoit leur donne des informations sur l'activité des cycles ovarien et utérin, l'action des œstrogènes, de la progestérone, de la FSH, de la LH et de la GnRH. Malgré toutes les informations utiles reçues, certains éléments restent à comprendre. Aide-les à comprendre davantage en utilisant le document ci-contre.



1- **Relève, dans le texte, les hormones ovariennes d'une part et les hormones du complexe hypothalamo-hypophysaire d'autre part.**

2- **Analyse l'évolution des courbes.**

3- **Explique leur évolution.**

4- **Réalise un schéma fonctionnel montrant la relation entre les hormones ovariennes et les hormones du complexe hypothalamo-hypophysaires.**

2 Un couple marié depuis cinq ans n'arrive pas à concevoir un enfant. Il consulte un gynécologue qui demande au laboratoire de l'hôpital d'effectuer des dosages hormonaux chez la femme, tous les 5 jours, et ce, durant un cycle menstruel. Les résultats des dosages consignés dans un tableau du document 1 sont remis au couple.

Dans l'attente de rencontrer le gynécologue, le mari très pressé de connaitre la cause des difficultés que sa femme a à donner naissance à un bébé remet le bulletin de visite médicale à son fils en classe de seconde A.

Ce dernier, qui éprouve des difficultés pour interpréter les résultats afin de déterminer la cause de la stérilité de la femme, te sollicite. Tu t'appuies sur le document 2 pour l'aider.

Hormones	Taux normaux
FSH	1-3 mU/mL
LH	0,6-3,3 mU/mL
Œstrogènes	7-23 mU/mL
Progestérone	1,6-6,6 mU/mL

Document 1 : taux plasmatiques des hormones hypophysaires et ovariennes chez la femme

Hormones	Taux normaux
FSH	3-9 mU/mL
LH	2-10 mU/mL
Œstrogènes	27-161 mU/mL
Progestérone	5-20 mU/mL

Document 2 : taux plasmatiques des hormones hypophysaires et ovariennes chez une femme fertile

1- **Compare les taux des hormones chez les deux femmes.**

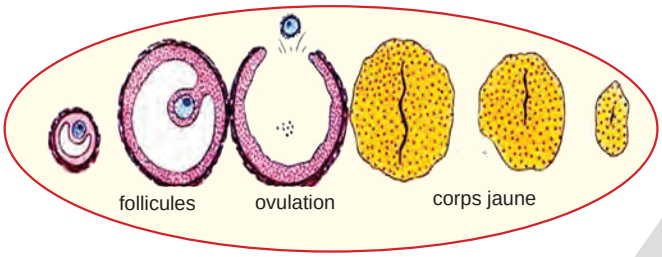
2- **Explique la stérilité chez la femme.**

3- **Déduis la cause de la stérilité de la femme.**

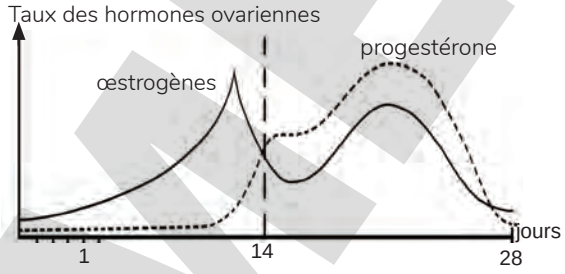
SPECIMEN

Une élève de cinquième est envoyée au tableau par le professeur des Sciences de la Vie et de la Terre pour écrire ses propositions de réponse à l'exercice qu'il a demandé de traiter à la maison. Les élèves de la classe remarquent que sa jupe est tachée de sang. Un élève inquiet dit au professeur que la fille est blessée. Ce dernier lui répond que le sang observé sur sa jupe est l'un des signes extérieurs du fonctionnement cyclique des organes reproducteurs chez les femmes.

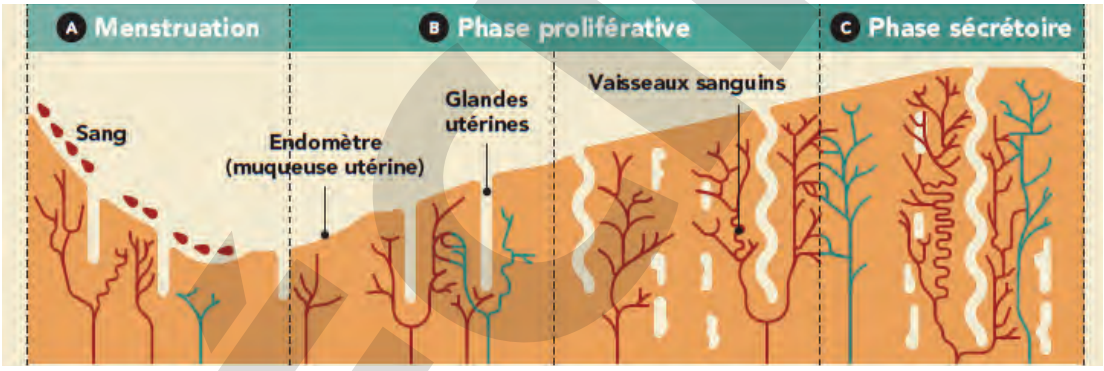
Un élève de cette classe de cinquième veut comprendre le fonctionnement des organes sexuels chez la femme. Sollicité par ce dernier, tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour l'aider.



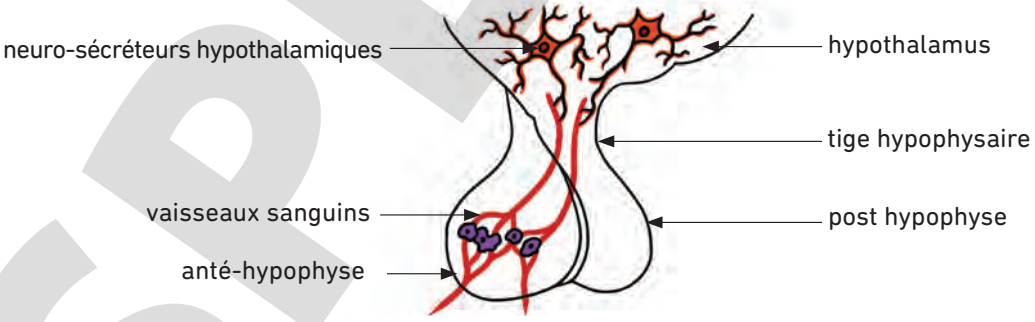
Document 1



Document 2



Document 3



Document 4

1- Établis une relation entre les documents 1 ; 2 et 3.

2- Explique la régulation des cycles sexuels en te servant des documents 1 ; 2 ; 3 et 4.

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

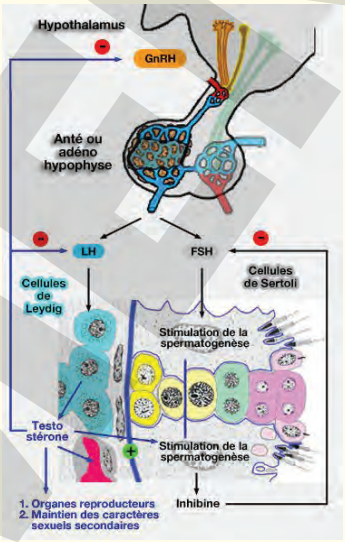
L'étude du fonctionnement des organes sexuels chez la femme permet de connaitre les différents cycles sexuels (cycle ovarien, cycle menstruel, cycle hormonal), de comprendre le mécanisme de la régulation des cycles sexuels, ainsi que les anomalies liées aux cycles sexuels à l'origine de la stérilité chez certaines femmes.

Le fonctionnement des organes sexuels chez l'homme

La production de spermatozoïdes dans les tubes séminifères du testicule est régulée par la testostérone, dont la production est elle-même contrôlée par des hormones sécrétées par le complexe hypotalamo-hypophysaire, situé à la base du cerveau.

En effet, l'antéhypophyse libère dans le sang la FSH et la LH. La FSH stimule les spermatogonies qui évoluent pour donner naissance aux spermatozoïdes dans les tubes séminifères des testicules. Quant à la LH, elle stimule les cellules de Leydig qui sécrètent la testostérone. Celle-ci agit sur les caractères sexuels primaires et secondaires.

Lorsque la quantité de testostérone est élevée dans le sang, elle exerce un rétrocontrôle (feed-back) négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire pour réduire la sécrétion des hormones hypophysaires.

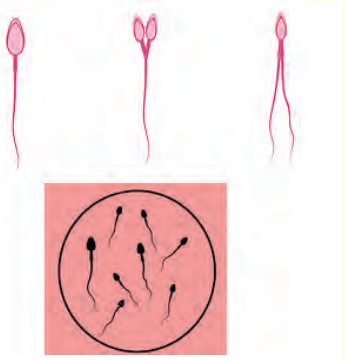


Régulation des fonctions testiculaires

Les causes de stérilité chez l'homme

La stérilité chez l'homme peut être liée :

- aux **organes génitaux** tels que la **varicocèle** qui correspond à une dilatation variqueuse d'une veine au niveau du cordon spermatique perturbant le fonctionnement normal des testicules, ou la **cryptorchidie** qui est une malformation congénitale appelée trouble de migration du testicule ou testicule mal descendu qui correspond à l'absence d'un ou des deux testicules dans le scrotum.
- à une maladie telle que la mucoviscidose: une maladie génétique qui provoque une infertilité dans 98% des cas.
- à une éjaculation rétrograde: il s'agit de l'éjaculation du sperme dans la vessie, causée généralement par la prise de certains médicaments, certaines interventions chirurgicales ou le diabète.
- à une insuffisance hormonale due à un défaut de testostérone associé à une diminution de la production des spermatozoïdes.
- à des anomalies spermatiques : elles correspondent à des anomalies qui touchent le nombre, la mobilité, la motilité et la forme des spermatozoïdes. On distingue plusieurs anomalies telles que:
  - l'azoospermie ou absence totale des spermatozoïdes dans le sperme ;
  - l'oligospermie ou nombre insuffisant de spermatozoïdes dans le sperme ;
  - l'asthénozoospermie ou spermatozoïdes peu mobiles ;
  - la tératozoospermie ou des anomalies dans la morphologie des spermatozoïdes qui sont soit bicéphalés, soit biflagellés.



Quelques causes de stérilité chez l'homme

Les autres causes de stérilité chez l'homme et chez la femme

La stérilité peut être causée par le mode de vie des hommes. En effet, une consommation abusive d'alcool, de tabac ou une surcharge pondérale (obésité simple) peut être un facteur de stérilité.

SPECIMEN

Leçon

3

LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- expliquer la formation du grain de pollen, du sac embryonnaire, de la graine et du fruit;
- schématiser les étapes de la formation du grain de pollen et du sac embryonnaire;
- annoter les schémas de la coupe transversale de l'anthère, l'ovule, la coupe transversale de l'ovaire.
- déduire les notions de : albumen, œuf accessoire, œuf principal.

Tes prérequis

La fleur est composée de sépales dont l'ensemble forme le calice, de pétales dont l'ensemble forme la corolle, d'étamines dont l'ensemble forme l'androcée et du gynécée ou pistil.
Le calice et la corolle constituent les pièces protectrices, tandis que l'androcée et le gynécée constituent les pièces reproductrices.

Situation d'apprentissage

Dans la cour de ton établissement, se trouvent des plantes à fleurs. Les élèves de terminale D observent qu'à une période de l'année, les orangers portent des fleurs qui sont souvent visitées par des insectes. Quelques semaines plus tard, ils remarquent que les fleurs disparaissent et apparaissent des oranges contenant des pépins.
Désireux de comprendre le passage des fleurs aux fruits contenant des pépins, les élèves décident d'identifier les organes sexuels des spermaphytes, d'expliquer le mécanisme de formation des organes sexuels, de déterminer les phénomènes intervenant dans la formation de la graine et de décrire l'évolution de l'œuf.

SPECIMEN

LES STRUCTURES DE LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

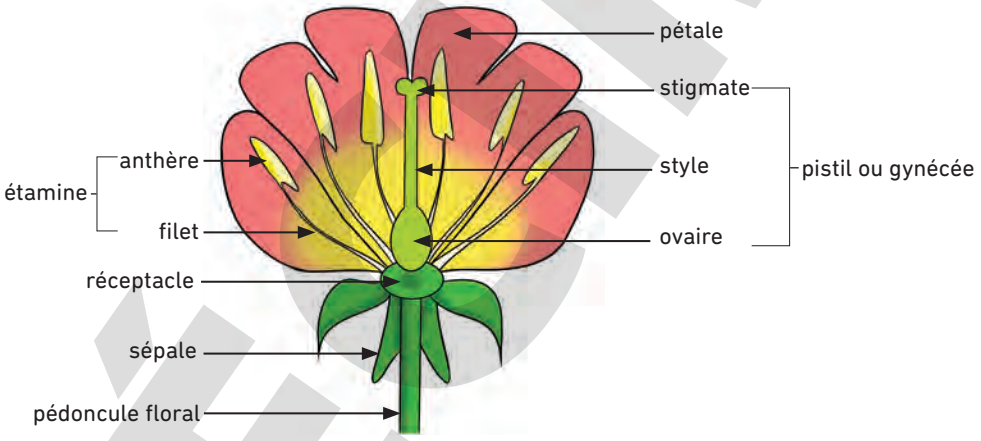
LES ORGANES MÂLES ET FEMELLES DE LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux organes mêles et femelle de la reproduction chez des spermaphytes.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

Dans le but d'identifier les organes sexuels mâles et femelles, des coupes d'une fleur complète, de l'anthère, de l'ovaire et des ovules de spermaphytes sont observées à l'œil nu, à la loupe et au microscope.
Les résultats des observations sont représentés par les documents 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5.



Document 1 : coupe d'une fleur

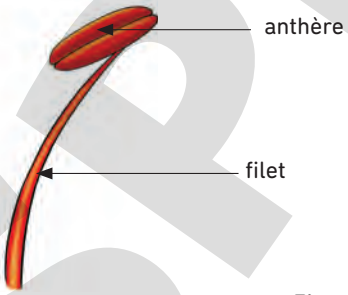


Figure 1 : une étamine

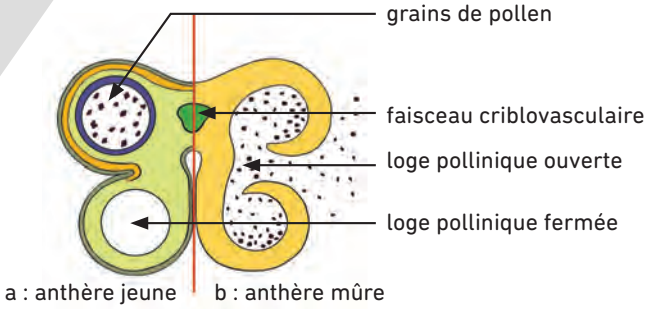


Figure 2 : coupe transversale d'une anthère jeune et d'une anthère mûre

Document 2 : les organes reproducteurs mâles de la fleur des spermaphytes

SPÉCIMEN

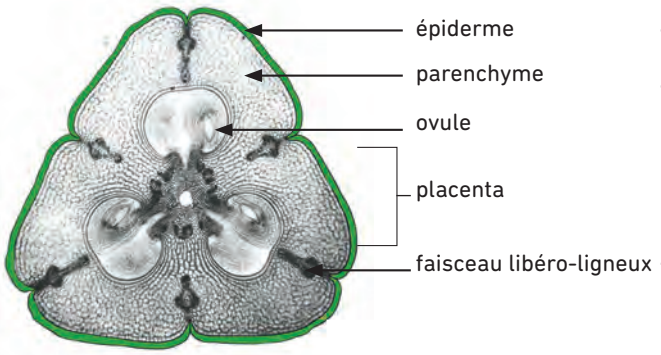


Figure 3 : microphotographie de la coupe de l'ovaire

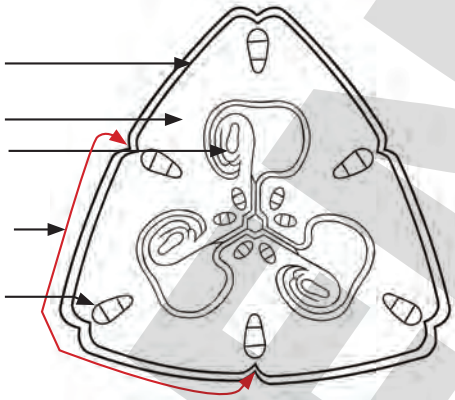


Figure 4 : schéma de la coupe transversale de l'ovaire des spermaphytes

Document 3 : structure de l'ovaire des spermaphytes

Figure 5 : microphotographie de la coupe longitudinale de l'ovule des spermaphytes

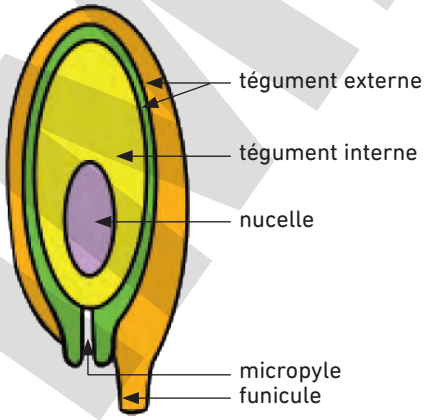


Figure 6 : schéma de la coupe longitudinale de l'ovule des spermaphytes

Document 4 : structure de l'ovule des spermaphytes

Figure 7 : ovule droit

Figure 8 : ovule courbe

Figure 9 : ovule renversé

Document 5 : différents types d'ovules des spermaphytes

Activité 2

- ***Observe les documents 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5.***
- ***Identifie les organes sexuels mâle et femelle des spermaphytes.***
- ***Décris les schémas des documents.***
- ***Tire une conclusion.***

SPECIMEN

Le point de l'activité

La fleur complète des spermaphytes est composée de **sépales** dont l'ensemble forme le **calice**, de **pétales** dont l'ensemble forme la **corolle**, d'**étamines** dont l'ensemble forme l'**androcée** et d'un **pistil** ou **gynécée**.

L'étamine ou pièce reproductrice mâle de la fleur des spermaphytes (figure 1) est formée d'un **filet** et d'une **anthère**. L'observation microscopique d'une anthère jeune (figure 2a), coupée transversalement, montre que celle-ci est formée de loges ou **sacs polliniques** entourés chacun de l'extérieur vers l'intérieur par un **épiderme**, une **assise mécanique** médiane et une **assise transitoire** interne. Chaque loge pollinique de l'anthère jeune contient plusieurs **cellules-mères de pollen** alors que les loges polliniques de l'anthère mûre (figure 2b), dont l'assise nourricière a disparu, renferment des **grains de pollen** qui sont libérés par déhiscence de l'assise mécanique.

Le pistil ou pièce reproductrice femelle de la fleur des spermaphytes (document 1) est composé d'un **ovaire** qui renferme un ou plusieurs **ovules,** surmonté d'un style terminé par un **stigmate**. À maturité, les papilles du stigmate se recouvrent de nectar sucré ou huileux.

L'observation microscopique d'un ovaire, coupé transversalement (figures 4 et 5), montre que celui-ci est formé d'un ou de plusieurs **loges carpellaires** dans lesquelles se trouvent les ovules reliés chacun au placenta par un **funicule**. Chaque ovule droit (figure 7), courbe (figure 8) ou renversé (figure 9) possède un **nucelle** qui renferme le sac embryonnaire entouré de deux téguments de nature foliaire, ouverts au niveau du **micropyle** opposé à la chalaze.

Les étamines produisent les grains de pollen et l'ovaire du pistil contient des ovules renfermant chacun un sac embryonnaire.

La reproduction chez les spermaphytes se fait grâce aux pièces reproductrices (androcée et gynécée) de la fleur.

Vérifie tes acquis

Les affirmationsci-dessous sont relatives à l'organisation de pièces reproductrices des spermaphytes.

A- L'étamine est la pièce reproductrice mâle de la fleur des spermaphytes.
B- L'ovaire des spermaphytes est formé de loges polliniques qui contiennent des grains de pollen.
C- L'anthère des spermaphytes est formée de loges polliniques qui contiennent des grains de pollen.
D- L'ovaire des spermaphytes est formé de carpelles contenant un plusieurs ovules.
E- Le gynécée est composé de l'ovaire surmonté d'un style qui se termine par un stigmate.
F- L'androcée est l'ensemble des pétales de la fleur des spermaphytes.

Relève les lettres correspondant aux bonnes réponses.

LES PROCESSUS DE FORMATION DES ORGANES REPRODUCTEURS DES SPERMAPHYTES

LES ÉTAPES DE LA FORMATION DU GRAIN DE POLLEN ET DU SAC EMBRYONNAIRE

Activité 1

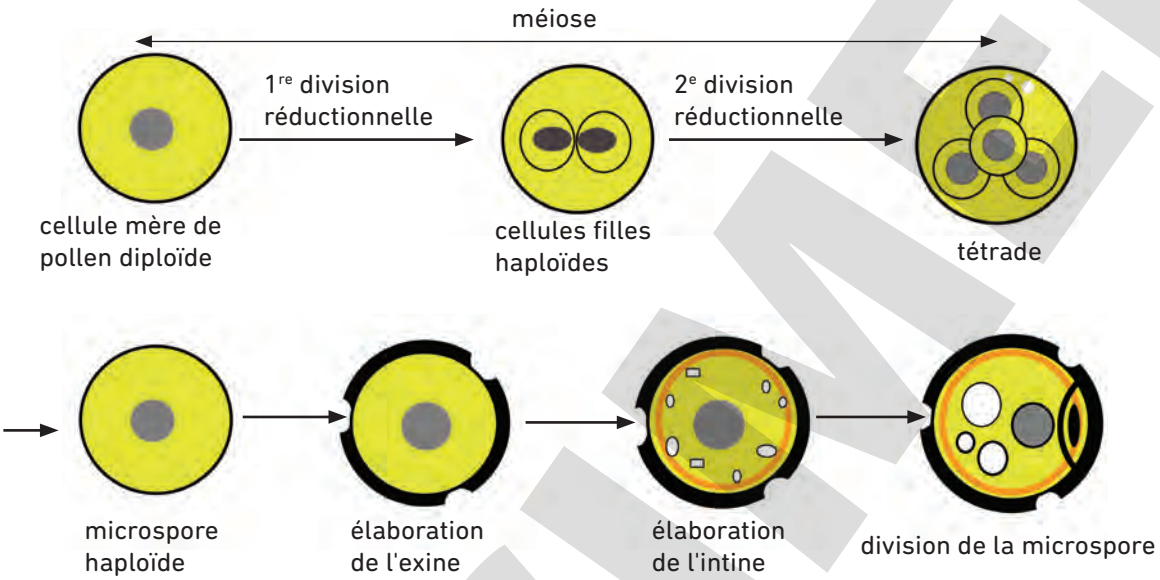
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative au processus de formation des organes reproducteurs des spermaphytes.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

SPECIMEN

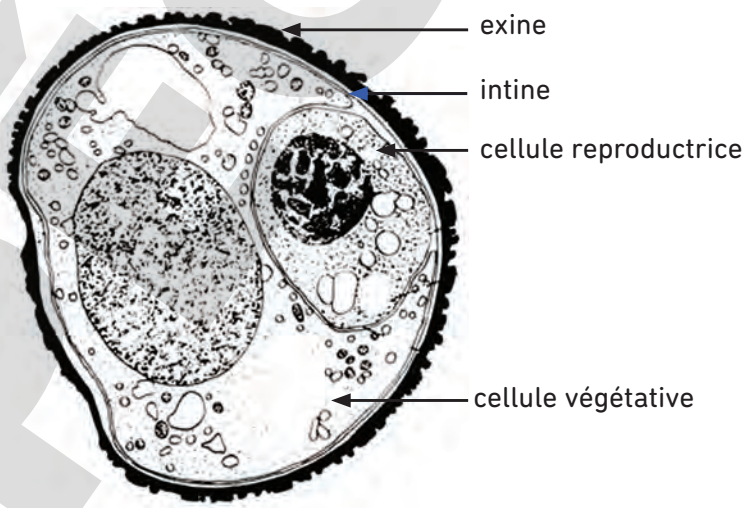
Le point de l'activité

Dans le but de déterminer le mécanisme de formation du grain de pollen et du sac embryonnaire, l'évolution d'une cellule-mère de pollen et celle d'une cellule-mère du sac embryonnaire sont observées au microscope au cours de la maturation de l'anthère et de l'ovule.

Les résultats des observations sont représentés par les documents 6 et 8.

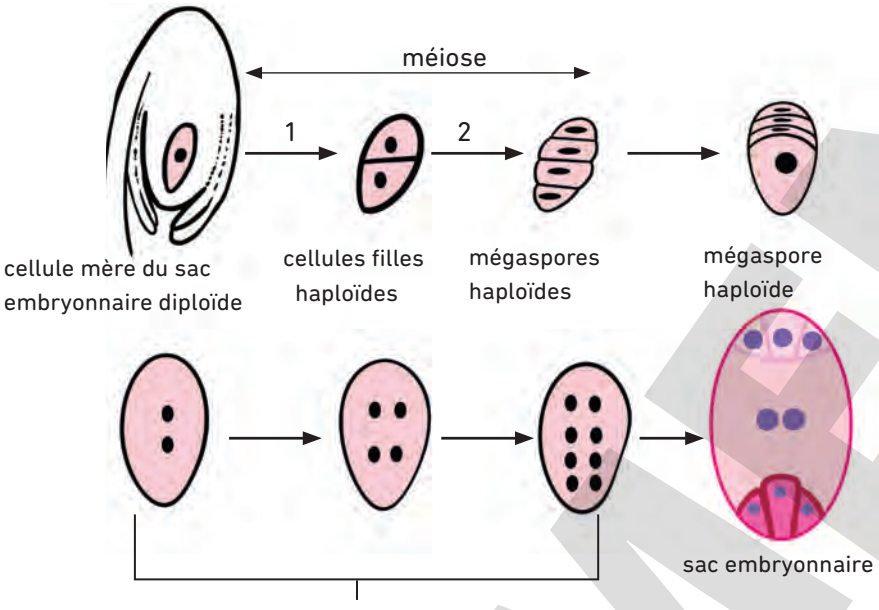


Document 6 : les étapes de la formation du grain de pollen



Document 7 : schéma de l'ultrastructure du grain de pollen

SPÉCIMEN



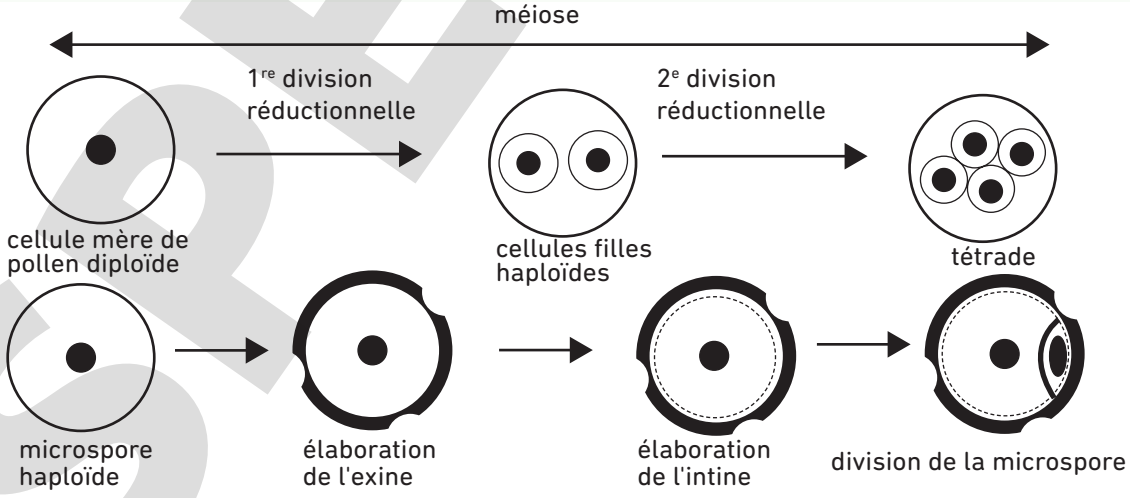
Document 8 : les étapes de la formation du sac embryonnaire

Activité 2

- ***Observe les documents 6 ; 7 et 8.***
- ***Décris les processus de la formation des organes sexuels mâle et femelle des spermaphytes.***
- ***Schématise les étapes de la formation des organes sexuels mâle et femelle.h***

Le point de l'activité

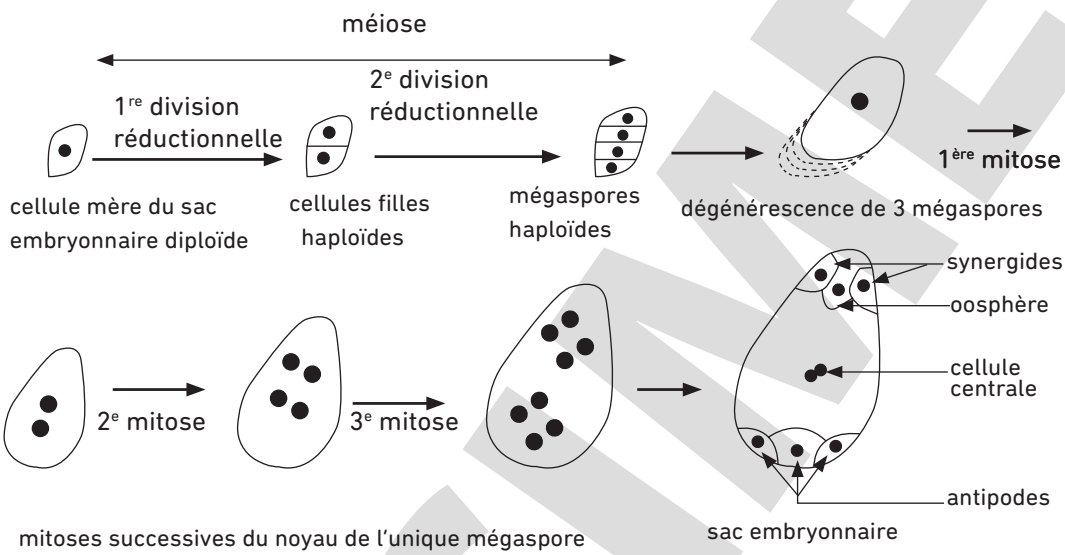
Au cours de la maturation de l'anthère, chaque **cellule-mère de pollen diploïde** subit la **méiose** pour donner quatre **microspores haploïdes** groupées à l'intérieur du cytoplasme de la cellule-mère, formant ainsi une tétrade. Chaque microspore élabore une paroi cutinisée, l'**exine** et une paroi interne cellulosique, l'**intine**, puis subit une mitose pour donner deux cellules haploïdes : une grosse cellule appelée **cellule végétative** et une petite cellule appelée **cellule reproductrice** mâle. L'ensemble de ces deux cellules forme le **grain de pollen** (document 7). Ces deux cellules constituent l'organe reproducteur mâle ou gamétophyte mâle des spermaphytes.



Schémas montrant les étapes de la formation du grain de pollen

SPECIMEN

Au cours de la maturation de l'ovule, l'**archéospore** ou cellule-mère du sac embryonnaire diploïde, différente des autres cellules du nucelle par sa grande taille subit la méiose pour donner quatre **mégaspores haploïdes** dont trois dégénèrent. Le noyau de l'unique mégaspore subit trois **mitoses successives** pour engendrer huit noyaux haploïdes, puis le cytoplasme de la mégaspore se cloisonne pour isoler sept cellules : une **oosphère** volumineuse, entourée de deux **synergides** au pôle micropylaire, trois **antipodes** au pôle chalazien et une cellule centrale binucléée. Ces sept cellules constituent le **sac embryonnaire**, organes reproducteurs femelle des spermaphytes (document 8).



Schémas montrant les étapes de la formation du sac embryonnaire

La reproduction chez les spermaphytes se fait grâce aux organes reproducteurs (grain de pollen et sac embryonnaire) qui se forment par étapes.

Vérifie tes acquis

La série de propositions ci-dessous sont relatives à la formation du grain de pollen.

1- Les grains de pollen naissent dans :
a- l'assise mécanique des anthères ;
b- les sacs polliniques de l'anthère mûre ;
c- les loges polliniques des anthères jeunes ;
d- l'assise nourricière de l'anthère jeune.

2- La formation du grain de pollen débute par :
a- une mitose de la cellule mère ;
b- une méiose de la cellule mère ;
c- une différenciation du grain de pollen ;
d- l'élaboration de l'exine par la microspore.

3- La division de la cellule mère du grain du pollen donne :
a- quatre tétraspores haploïdes ;
b- quatre microspores diploïdes ;
c- quatre macrospores haploïdes ;
d- quatre mégaspores diploïdes.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

LES PHÉNOMÈNES INTERVENANT DANS LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

LA POLLINISATION ET LA GERMINATION DU GRAIN DE POLLEN

Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative aux phénomènes intervenant dans la formation du fruit contenant une ou plusieurs graines.*
- *Relève les résultats de l'observation.*

Le point de l'activité

Des observations sont faites au niveau de la fleur des spermaphytes, en vue de déterminer le devenir des grains de pollen libérés par les anthères des étamines à maturité.

Les résultats des observations sont représentés par les documents 9 ; 10 et 11.

Figure 10 : pollinisation directe ou autopollinisation

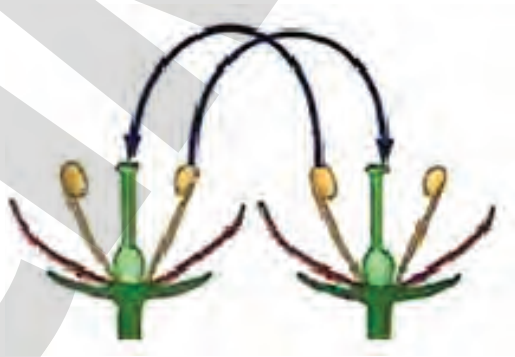
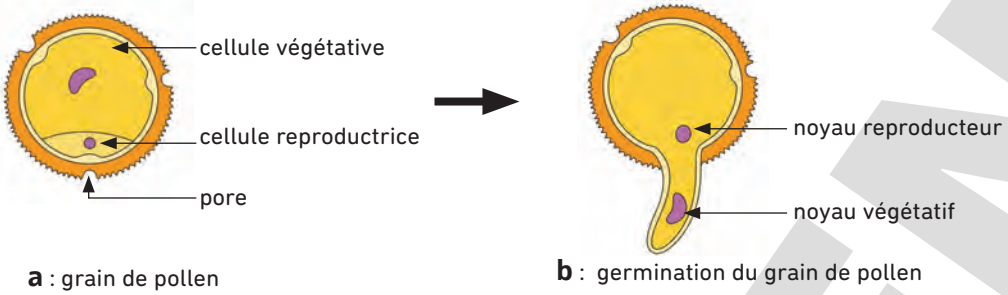


Figure 11 : pollinisation indirecte ou croisée

Figure 12 : des insectes (abeilles et papillon) en train de butiner des fleurs

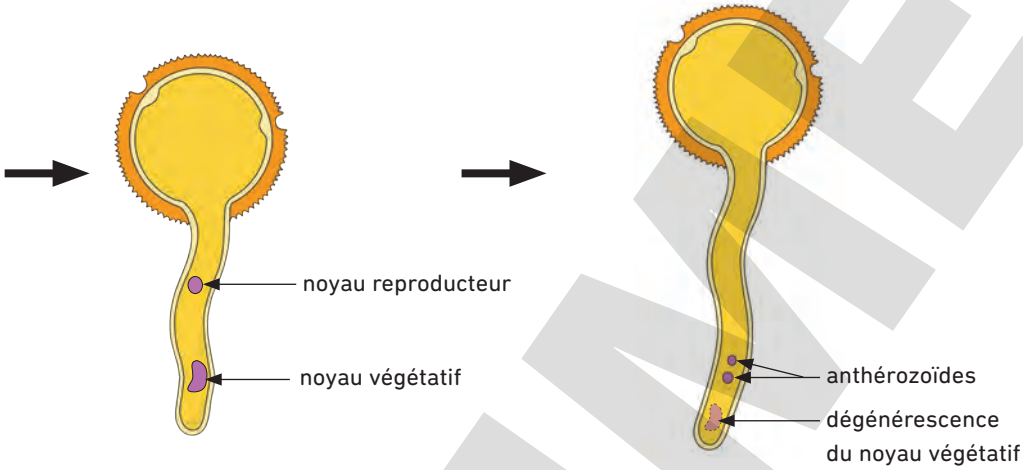
Document 9 : différents modes de pollinisation chez les spermaphytes

SECIMEN



a : grain de pollen

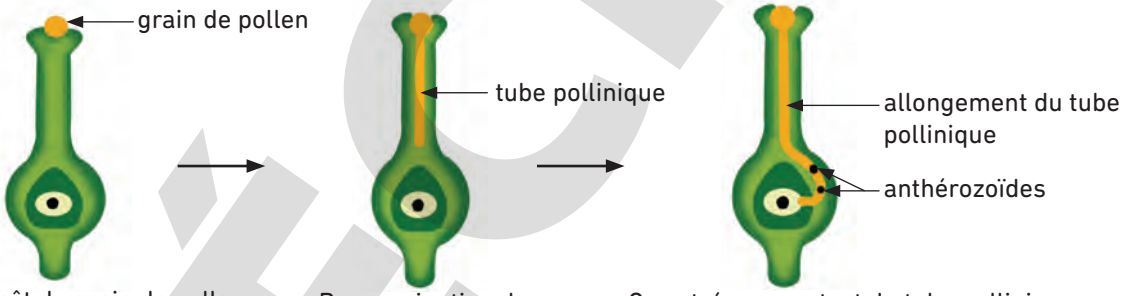
b : germination du grain de pollen



c :allongement du tube pollinique

d : division du noyau reproducteur

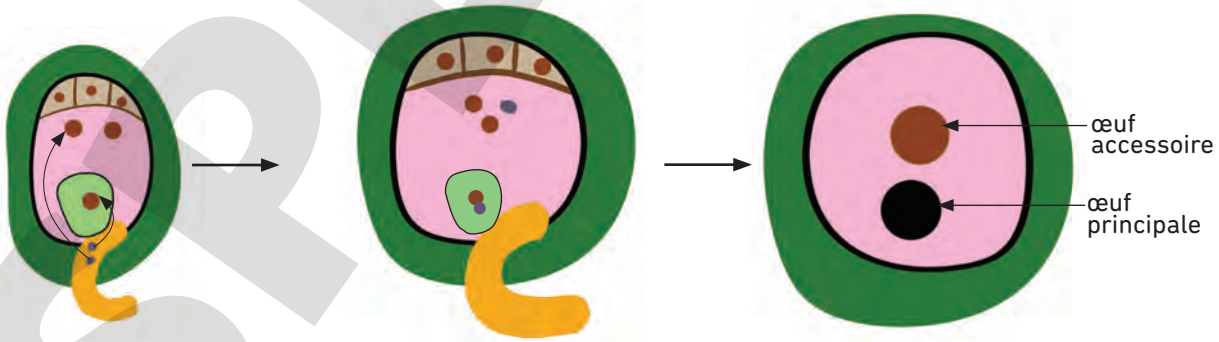
Document 10 : les étapes de la formation du tube pollinique



A : dépôt du grain de pollen sur le stigmate du pistil

B : germination du grain de pollen

C : entrée en contact du tube pollinique avec le sac embryonnaire



D : déversement des anthérozoïdes dans l'une des synergides

E : rapprochement des anthérozoïdes, des noyaux de la cellule centrale et de l'oosphère

F : fusion d'un anthérozoïde avec le noyau de l'oosphère et de l'autre anthérozoïde avec les noyaux de la cellule centrale

Document 11 : les étapes de la double fécondations

SPECIMEN

Activité 2

- ***Observe les schémas documents 9 ; 9 et 10.***
- ***Décris les schémas de la pollinisation de la formation du tube pollinique et de la double fécondation.***
- ***Tire une conclusion***

Le point de l'activité

Les grains de pollen libérés par les anthères des étamines, à maturité, se déposent sur le stigmate du pistil : c'est la **pollinisation** (document 9). La pollinisation est directe lorsque les grains de pollen libérés par l'anthère tombent directement sur le stigmate du pistil de la même fleur (figure 10) : c'est l'**autopollinisation**. Elle est indirecte ou croisée lorsque les grains de pollen libérés par l'anthère sont transportés par le vent, les oiseaux ou les insectes (abeilles, papillons...) (figures 11 et 12), puis déposés sur le stigmate du pistil.

Le **grain de pollen**, une fois sur les papilles du **stigmate**, absorbe l'eau et devient **turgescent**, provoquant une saillie de l'intine qui entraîne une partie du cytoplasme de la cellule végétative à travers l'un des pores de l'exine. Il se forme alors une **hernie** qui s'allonge pour devenir un tube pollinique dans lequel s'engage le **noyau végétatif** suivi du **noyau reproducteur** qui subit une mitose pour engendrer deux **anthérozoïdes haploïdes** (C). Le tube pollinique chemine dans le canal du style et parvient au sac embryonnaire au niveau du micropyle (D). Il pénètre dans l'une des synergides et y déverse ses deux anthérozoïdes (D). Après avoir traversé la **synergide,** l'un des noyaux reproducteurs fusionne avec le noyau de l'**oosphère** pour donner naissance à l'**œuf principal** ou zygote principal **diploïde** à l'origine de l'**embryon**, l'autre fusionne avec les deux noyaux de la cellule centrale pour donner une **cellule triploïde** appelée **œuf accessoire** à l'origine de l'**albumen** (F) : c'est la **double fécondation** (document 11).

Après la double fécondation, l'ovule fécondé se transforme en graine pendant que l'ovaire grossit pour devenir le **fruit**.

Les phénomènes à l'origine de la formation de la graine sont la pollinisation et la double fécondation.

La reproduction chez les spermaphytes se fait grâce aux phénomènes de la pollinisation, de la germination du grain de pollen et de la double fécondation.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous se rapporte au devenir du grain de pollen après la pollinisation.

Le grain de pollen, une fois sur les papilles du stigmate, absorbe l'eau et devient ...**1**..., provoquant une saillie de l'intine qui entraîne une partie du cytoplasme de la cellule végétative à travers l'un des pores de ...**2**.... Il se forme alors une hernie qui s'allonge pour devenir un ...**3**... dans lequel s'engage le ...**4**... noyau reproducteur suivi du noyau végétatif qui subit une mitose pour engendrer deux ...**5**... Le tube pollinique chemine dans le canal du style et parvient au ...**6**... au niveau du micropyle. Il pénètre dans l'une des synergides et y déverse ses deux anthérozoïdes.

SPÉCIMEN

Après avoir traversé la synergide, l'un des noyaux reproducteurs fusionne avec le noyau de ...7... pour donner naissance à ...8... ou zygote, principal diploïde à l'origine de l'embryon ; l'autre fusionne avec les deux noyaux de la cellule centrale pour donner une cellule triploïde appelée ...9... ou albumen : c'est la ...10....

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : double fécondation ; l'exine ; anthérozoïdes ; haploïdes ; l'oosphère; turgescent ; œuf accessoire ; tube pollinique ; sac embryonnaire ; l'œuf principal.

LE DÉVELOPPEMENT DES ŒUFS PRINCIPAL ET ACCESSOIRE DES SPERMAPHYTES

LES DIFFÉRENTES GRAINES DES SPERMAPHYTES

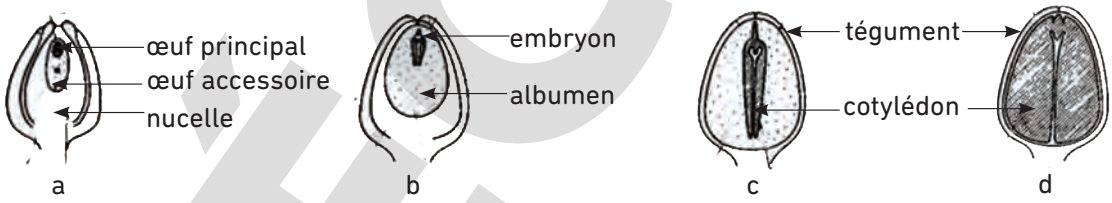
Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative au développement des œufs principal et accessoire des spermaphytes.***
- ***Relève les résultats de l'observation***

Le point de l'activité

L'évolution des œufs principal et accessoire est observée à la loupe, en vue de connaître les différents types de graines formées après la double fécondation chez quelques spermaphytes.

Les résultats des observations sont représentés par les documents 12 et 13.



Document 12 : évolution des œufs principal et accessoire des spermaphytes

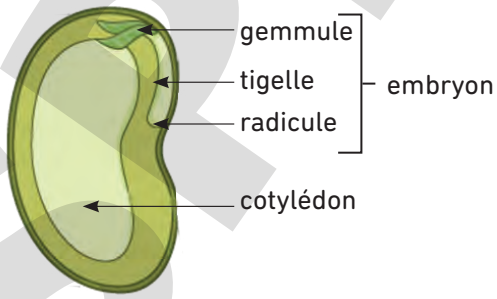


Figure 13 : graine exalbuminée

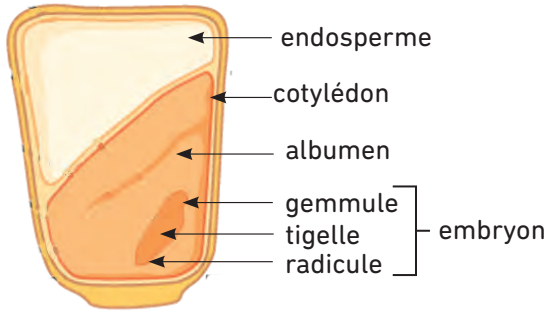


Figure 14 : graine albuminée

Document 13 : types de graines chez les spermaphytes

SPECIMEN

Le point de l'activité

Au cours de leur évolution, l'**œuf principal diploïde** se divise pour donner le germe ou l'**embryon** à l'origine de la plantule formée de la gemmule, de la tigelle de la radicule, tandis que l'**œuf accessoire triploïde** se divise pour donner un tissu de réserve nutritif appelé **albumen**, qui enveloppe progressivement l'embryon. L'embryon et l'albumen constituent la graine.

Le développement des œufs principal et accessoire se fait à des vitesses différentes chez les spermaphytes.

Lorsque l'œuf accessoire se développe plus vite que l'œuf principal, on obtient à maturité une **graine albuminée** contenant un petit embryon et un volumineux albumen (figure 14) (exemple de spermaphytes à gaine albuminée : le maïs, le riz, le ricin...) (exemple le maïs, le riz, le ricin...)

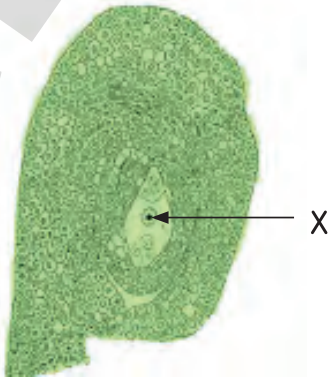
Par contre, lorsque l'œuf principal se développe plus vite que l'œuf accessoire, on obtient à maturité une **graine exalbuminée** contenant un embryon avec de volumineux cotylédons (figure 13) (exemple de spermaphytes à gaine albuminée : le haricot, l'arachide, la pois, les fèves...)

La reproduction chez les spermaphytes conduit à la formation des graines albuminées ou exalbuminées.

Utilise tes acquis

Ton groupe de travail veut approfondir ses connaissances sur la reproduction des spermaphytes. Vous découvrez, au cours de vos recherches à la bibliothèque, dans un manuel, les résultats d'observations des coupes d'ovaire et d'ovule d'un spermaphyte, faites par un biologiste, représentés par les documents 1 et 2 ci-dessous.

Document 1



Document 2

Étant le meilleur de ton groupe de travail en Sciences de la Vie et de la Terre, tes camarades te demandent de les aider à identifier les composantes de chaque organe des spermaphytes et à expliquer la formation de l'élément X.

1- Identifie les structures représentées par les documents 1 et 2.
2- Décris la structure du document 1.
3- Explique la formation de l'élément X.
4- Déduis le devenir des structures des documents 1 et 2 lors de la reproduction chez les spermaphytes.

APERÇU

Retiens l'essentiel

L'étamine ou pièce reproductrice mâle de la fleur des spermaphytes est formée d'un filet et d'une anthère. L'anthère est formée de loges ou sacs polliniques. Chaque loge contient plusieurs cellules-mères de pollen, diploïdes. Au cours de la maturation de l'anthère, chaque cellule-mère de pollen diploïde subit la méiose pour donner quatre microspores haploïdes groupées à l'intérieur du cytoplasme de la cellule-mère, formant ainsi une tétrade. Chaque microspore élabore l'exine et l'intine puis subit une mitose pour donner deux cellules haploïdes : une grosse cellule appelée cellule végétative et une petite cellule appelée cellule reproductrice mâle. Ces deux cellules forment le grain de pollen.

L'ovaire est formé d'une ou de plusieurs loges carpellaires dans lesquelles se trouvent les ovules reliés chacun au placenta par un funicule. Chaque ovule droit, courbe ou renversé renferme le sac embryonnaire formé à partir d'une cellule centrale du nucelle appelée archéospore diploïde différente des autres cellules du nucelle par sa grande taille. Au cours de la maturation de l'ovule, l'archéospore ou cellule-mère du sac embryonnaire subit la méiose pour donner quatre mégaspores haploïdes dont trois dégénèrent. Le noyau de l'unique mégaspore subit trois mitoses successives pour engendrer huit noyaux haploïdes, puis le cytoplasme de la mégaspore se cloisonne pour isoler sept cellules : une oosphère volumineuse, entourée de deux synergides au pôle micropylaire, trois antipodes au pôle chalazien et une cellule centrale binucléée.

Les grains de pollen libérés par les anthères des étamines se déposent sur le stigmate du pistil : c'est la pollinisation qui est suivie de la germination du grain de pollen et de la formation du tube pollinique dans lequel s'engage le noyau végétatif suivi du noyau reproducteur qui subit une mitose pour engendrer deux anthérozoïdes haploïdes. Le tube pollinique chemine dans le canal du style et parvient au sac embryonnaire au niveau du micropyle. Il pénètre dans l'une des synergides et y déverse ses deux anthérozoïdes. Après avoir traversé la synergide, l'un des noyaux reproducteurs fusionne avec le noyau de l'oosphère pour donner naissance à l'œuf principal diploïde à l'origine de l'embryon ; l'autre fusionne avec les deux noyaux de la cellule centrale pour donner l'œuf accessoire triploïde à l'origine de l'albumen : c'est la double fécondation. Après la double fécondation, l'ovule fécondé se transforme en une graine formée de l'embryon et de l'albumen tandis que l'ovaire grossit pour devenir le fruit.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'organisation de la fleur des spermaphytes.

A- L'étamine est la pièce reproductrice mâle de la fleur des spermaphytes.

B- L'ovaire des spermaphytes est formé de loges polliniques qui contiennent des ovules.

C- L'anthère des spermaphytes est formée de loges polliniques qui contiennent des grains de pollen.

D- L'ovaire des spermaphytes est formé de carpelles contenant un ou plusieurs ovules.

E- Le pistil ou gynécée est composé de l'ovaire surmonté d'un style qui se termine par un stigmate.

F- L'androcée est l'ensemble des pétales de la fleur des spermaphytes.

G- La corolle est l'ensemble des sépales de la fleur des spermaphytes.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les lettres.

2 Un professeur demande à ses élèves de décrire les gamétophytes mâles et femelles des spermaphytes . Des élèves font les propositions ci-dessous.

A- Le grain de pollen est constitué d'une cellule reproductrice et d'une cellule végétative entourées par l'intine et l'exine.

B- Le sac embryonnaire est constitué d'une oosphère située au pôle chalazien, d'une synergide et de trois antipodes situés au pôle micropylaire.

C- Le grain de pollen est constitué d'une cellule reproductrice haploïde et d'une cellule végétative diploïde.

D- Le sac embryonnaire est constitué de sept cellules haploïdes dont une cellule centrale binucléée, une oosphère entourée de deux synergides et trois antipodes.

E- Le sac embryonnaire est un organe entouré de téguments ouverts au niveau du micropyle et constitué de sept cellules.

F- Le grain de pollen est constitué de deux cellules haploïdes de même taille.

Relève les lettres correspondant aux propositions justes

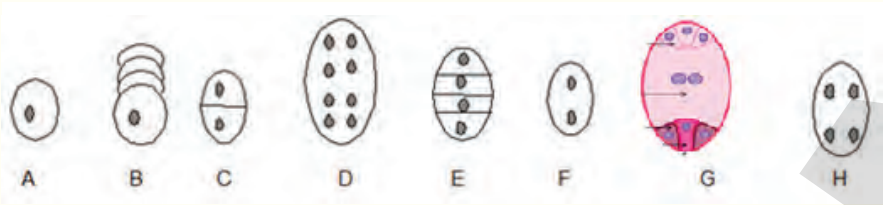
3 Les mots et groupes de mots ci-dessous se rapportent au grain de pollen (A) et au sac embryonnaire (B).

1- méiose ;
2- oosphère ;
3- organe reproducteur femelle ;
4- présence de sept cellules ;
5- cloisonnement du cytoplasme ;
6- trois mitoses successives ;
7- mégaspore haploïde ;
8- organe reproducteur mâle ;
9- présence de deux cellules ;
10- une mitose ;
11- synergides ;
12-antipodes ;
13 - cellule végétative ;
12- cellule reproductrice ;
microspores haploïdes.

Associe chaque mot ou groupe de mots qui se rapporte au grain de pollen ou au sac embryonnaire, en utilisant les chiffres et les lettres.

4 Les schémas ci-dessous représentent, dans le désordre, les étapes de la formation du grain de pollen et celles du sac embryonnaire.

SPÉCIMEN



Range-les dans l'ordre chronologique du déroulement de la formation du grain de pollen et du sac embryonnaire, en utilisant les chiffres et les lettres.

5 Le texte ci-dessous se rapporte à la formation des organes sexuels femelles de la fleur des spermaphytes.

Le pistil ou pièce reproductrice femelle de la fleur des spermaphytes est composé d'un ovaire qui renferme un ou plusieurs ovules, surmonté d'un style terminé par un stigmate. À maturité, les papilles du stigmate se recouvrent de nectar sucré ou huileux. La coupe transversale de l'ovaire montre que celui-ci est formé d'un ou de plusieurs ...1... dans lesquels se trouvent les ...2... reliés chacun au placenta par un funicule. Chaque ovule droit, courbe ou...3... possède un nucelle qui renferme le sac embryonnaire entouré de deux téguments de nature foliaire, ouverts au niveau du ...4... opposé à la chalaze. Le ...5... ou gamétophyte femelle des spermaphytes se forme à partir d'une cellule centrale du nucelle appelée ...6... différente des autres cellules du nucelle par sa grande taille. Au cours de la maturation de l'ovule, l'archéospore ou cellule-mère du sac embryonnaire subit la ...7... pour donner quatre ...8... dont trois dégénèrent. Le noyau de l'unique macrospore subit trois ...9.... successives pour engendrer huit noyaux haploïdes puis, le cytoplasme de la mégaspore se cloisonne pour isoler sept cellules : une ...10... volumineuse, entourée de deux ...11... au pôle micropylaire, trois ...12... au pôle chalazien et une cellule centrale binucléée.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :

antipodes ; méiose ; carpelles ; mitoses ; synergides ; micropyle ; ovules ; renversé ; oosphère ; sac embryonnaire ; archéospore ; macrospores haploïdes.

6 Les étapes du devenir du grain de pollen après pollinisation et celles de la double fécondation chez les spermaphytes te sont proposées dans le désordre.

A - Formation de l'embryon diploïde et de l'albumen triploïde.

B - Dépôt du grain de pollen sur le stigmate du pistil.

C - Pénétration du tube pollinique dans le sac embryonnaire.

D - Formation de la graine constituée d'une plantule et de cotylédons.

E - Germination du grain de pollen et formation d'une hernie.

F - Fusion de l'un anthérozoïde avec l'oosphère et de l'autre anthérozoïde avec les noyaux de la cellule centrale binucléée.

G - Division mitotique du noyau de la cellule reproductrice en deux anthérozoïdes.

H - Allongement du tube pollinique.

Range-les dans l'ordre chronologique de la formation d'une graine, en utilisant les lettres.

SPÉCIMEN

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent aux phénomènes à l'origine de la formation de la graine de pollen et du sac embryonnaire.

1- Le sac embryonnaire provient de la division :

a- de l'archéospore diploïde ;
b- de l'archéospore haploïde ;
c- d'une cellule du parenchyme
d- de la cellule mère de pollen.

2- Le grain de pollen provient de la division :

a- de l'archéospore diploïde ;
b- de l'archéospore haploïde ;
c- d'une cellule du nucelle ;
d- de la cellule mère de pollen.

3- Le sac embryonnaire se forme à la suite :

a- d'une méiose et de trois mitoses ;
b- d'une méiose uniquement ;
c- d'une mitose uniquement ;
d- d'une méiose et de deux mitoses.

4- Le grain de pollen se forme à la suite :

a- d'une méiose et de trois mitoses ;
b- d'une méiose uniquement ;
c- d'une mitose uniquement ;
d- d'une méiose et d'une mitose.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte ci-dessous se rapporte à la formation des organes sexuels mâles de la fleur des spermaphytes.

L'étamine, ou organe reproducteur mâle de la fleur des spermaphytes, est formée d'un filet et d'une ...**1**... qui, coupée transversalement, montre que celle-ci est formée de loges ou...**2**... entourés chacun de l'extérieur vers l'intérieur par un épiderme, une ...**3**... médiane et une assise transitoire interne. Chaque loge contient plusieurs cellules-mères de pollen, diploïdes. Au cours de la maturation de l'anthère chaque cellule-mère de pollen diploïde subit la ...**4**... pour donner quatre ...**5**... groupées à l'intérieur du cytoplasme de la cellule-mère formant ainsi une tétrade. Chaque microspore élabore une paroi cutiniséhe, l'exine et une paroi interne cellulosique l'intine puis subit une ...**6**... pour donner deux cellules haploïdes : une grosse cellule appelée ...**7**... et une petite cellule appelée...**8**... Ces deux cellules forment le ...**9**....ou gamétophyte mâle.

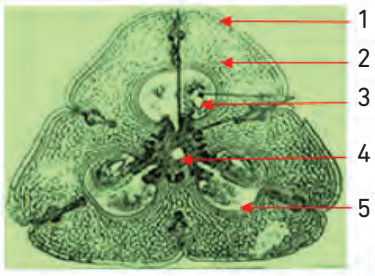
Complète le texte avec des mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : méiose ; assise mécanique ; cellule végétative ; grain de pollen ; microspores haploïdes ; cellule reproductrice ; mitose ; anthère ; sacs polliniques.

SPECIMEN

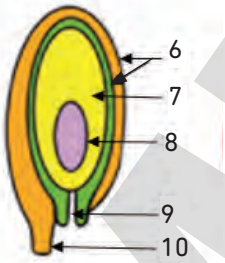
1 Ton groupe de travail veut approfondir ses connaissances sur la reproduction des spermaphytes. Vous découvrez, au cours de vos recherches à la bibliothèque, dans un manuel, les résultats d'observations faites par deux biologistes.

Le premier biologiste a observé la coupe transversale d'un ovaire de spermaphyte représentée par le document 1 et celle de l'ovule isolé de l'ovaire illustré par le document 2.

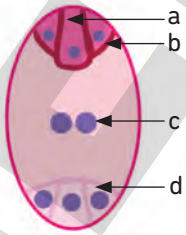
Le second biologiste a observé l'organe sexuel femelle des spermaphytes représenté par le document 3.



Document 1



Document 2



Document 3

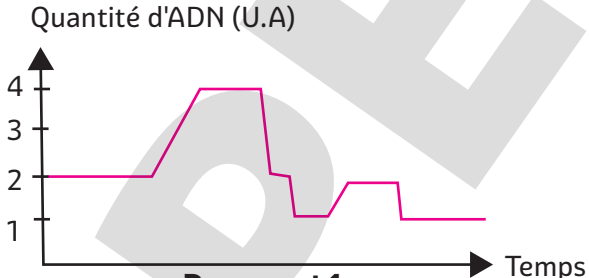
Étant le meilleur de ton groupe de travail en Sciences de la Vie et de la Terre, tes camarades te demandent de les aider à identifier les composantes de chaque organe des spermaphytes et à expliquer la formation de l'organe sexuel femelle.

1- Annote les schémas des documents 1 ; 2 et 3, en utilisant les chiffres et les lettres.

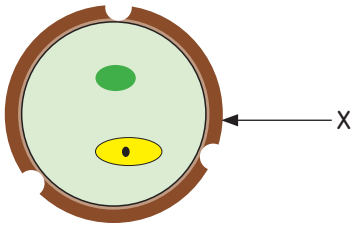
2- Décris les organes représentés par les documents 1 et 2.

2- Explique la formation de l'organe sexuel femelle des spermaphytes représenté par le document 3.

2 L'Unité Pédagogique dont sont membres les enseignants de votre établissement prévoit d'organiser un devoir de niveau. Un élève de TD reçoit de son grand frère, étudiant en Sciences de la Nature, un exercice pour préparer le devoir de niveau. L'énoncé de l'exercice comporte les ressources ci-dessous. Le document 1 traduit l'évolution de la quantité d'ADN de la cellule à l'origine de la formation de l'élément X et le document 2.



Document 1



Document 2

Éprouvant des difficultés pour établir une relation entre les phénomènes représentés par les documents 1 et 2, il sollicite ton aide.

1- Décris l'organe représenté par le document 2.

2- Analyse la courbe du document 1.

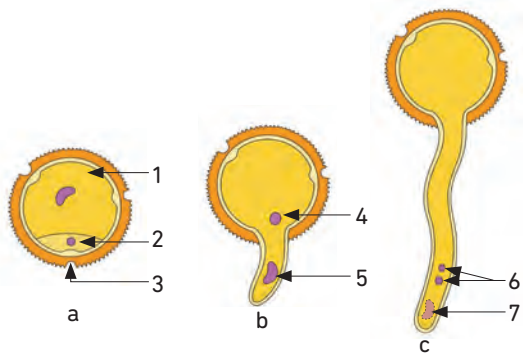
3- Explique l'évolution de la quantité d'ADN représentée par la courbe du document 1.

4- Établis une relation entre l'évolution de la quantité d'ADN et la formation de l'élément X.

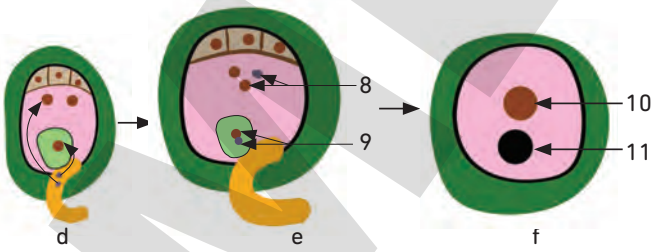
SPECIMEN

Dans la cour de ton établissement, se trouvent des plantes à fleurs. Un élève, en classe de seconde A, observe qu'à une période de l'année, les orangers portent des fleurs qui sont souvent visitées par des insectes. Quelques semaines plus tard, il remarque que les fleurs disparaissent et apparaissent des oranges contenant des pépins.

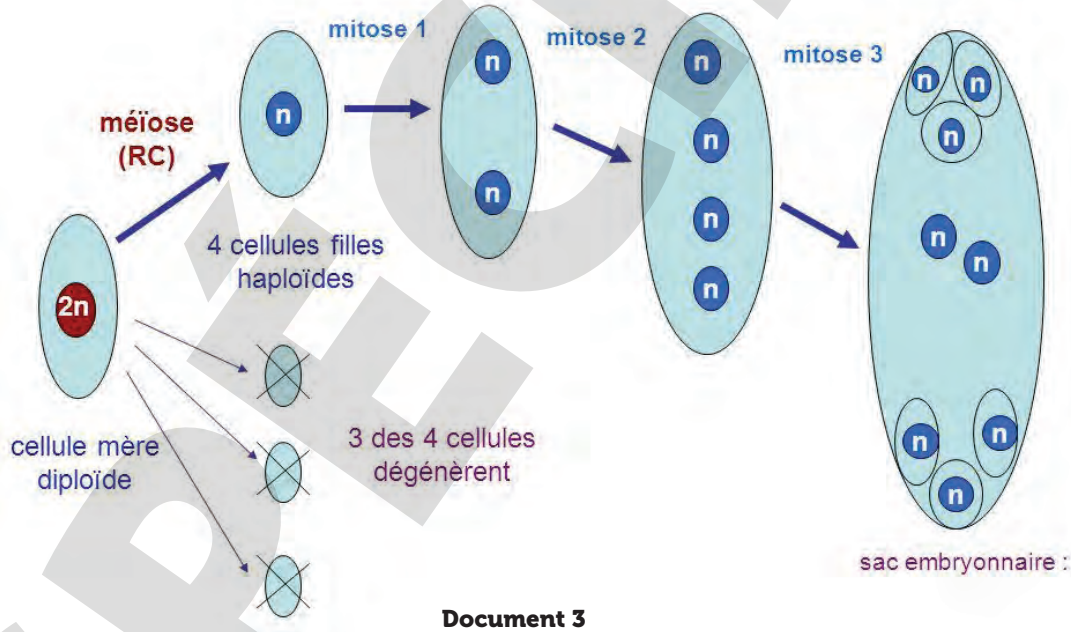
Désireux de comprendre le passage des fleurs aux fruits contenant des pépins, l'élève sollicite ton aide. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour lui expliquer la formation des oranges contenant des pépins.



Document 1



Document 2



Document 3

1- Explique la formation des pépins contenus dans les oranges, en utilisant judicieusement les documents.

2- Déduis les phénomènes à l'origine de la formation des pépins.

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de la reproduction des spermaphytes permet de connaître les phénomènes à l'origine des graines contenues dans les fruits. Elle permet, par des croisements entre des plantes de la même espèce, de créer des hybrides plus résistants aux parasites et aux rendements élevés.

Les différents types de fruits

Le fruit, en botanique, est l'organe végétal contenant une ou plusieurs graines. Caractéristique des angiospermes, il succède à la fleur par transformation du pistil. La paroi de l'ovaire forme le péricarpe du fruit et l'ovule donne la graine. Ce qui est appelé « fruit » dans le langage alimentaire courant peut être, biologiquement parlant, un fruit ou un faux-fruit.

Les différents types de fruits

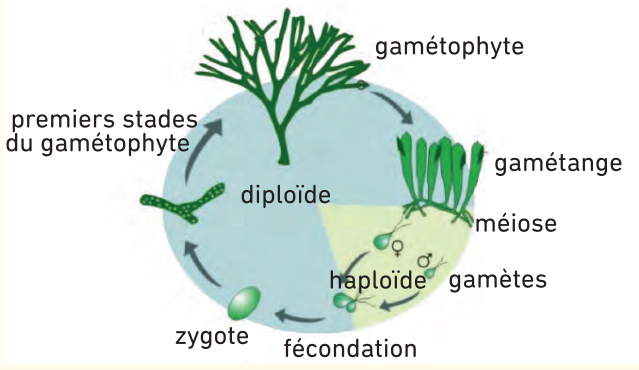
La gousse, surnommée par les premiers botanistes légume, est un fruit à péricarpe sec à double déhiscence (suturale et dorsale), les deux fentes isolant deux valves qui portent chacune une rangée de graines. Ce fruit est caractéristique des plantes de la famille des fabacées, souvent appelées aussi des légumineuses pour cette raison. Il se distingue du follicule, fruit sec à une fente de déhiscence.

Les fruits charnus

Les fruits charnus sont composés des baies (raisin, tomate, avocat, orange, citron, etc.) et des drupes (ananas, pomme, prune, pêche, olive, cerise, etc.). Ils sont caractérisés par une graine à enveloppe dure (endocarpe lignifié).
Les fruits secs simples sont soit déhiscents, soit indéhiscents. Ils sont déhiscents si le péricarpe s'ouvre à maturité et libère les graines, ou indéhiscents si le péricarpe reste intact lorsque le fruit est éliminé de la plante. Les trois principaux types de fruits déhiscents sont les follicules, les légumineuses et les capsules. Il s'agit des fruits d'orgueil de Chine, de cassia, de gombo, de haricot, du petit pois, du soja, du robinier, de la luzerne...).
Les fruits secs indéhiscents ne s'ouvrent pas à maturité. En général, il s'agit des noix de cajou, des pistaches, des amandes et des noisettes, du gland des chênes, du caryopse des céréales, de la samare des érables. Il s'agit des graminées (blé, maïs, etc.).

La reproduction chez les algues

Le cycle de vie des algues se déroule en général en 2 phases caractérisées chacune par une forme qui lui est propre. Ces 2 formes présentent des différences morphologiques plus ou moins marquées. La forme sporophyte produit à maturité des spores. Ceux-ci sont libérés dans le milieu et se dispersent. Ils se fixent ensuite au substrat avant de germer pour donner un nouvel organisme. Celui-ci est appelé gamétophyte et produit des cellules reproductrices. Les organes mâle et femelle peuvent se trouver sur le même thalle ou sur des individus différents. L'union d'un gamète mâle avec un gamète femelle donne un œuf. Après germination, cet œuf engendre un nouveau sporophyte.



Reproduction chez les algues

SPECIMEN

COMPÉTENCE 3

TRAITER UNE SITUATION RELATIVE À LA REPRODUCTION ET À L'HÉRÉDITÉ

THÈME 2

LA TRANSMISSION DES CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES

- Leçon 1 : la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme
- Leçon 2 : la transmission de deux caractères héréditaires chez les êtres vivants

SCIENCES

Leçon 1

LA TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE CHEZ L'HOMME

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- identifier quelques caractères héréditaires chez l'Homme ;
- expliquer la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme à partir d'un pedigree.

Tes prérequis

L'équipement chromosomique ou caryotype d'une cellule humaine diploïde est composé de 46 chromosomes dont 22 paires d'autosomes et une paire d'hétérochromosomes notés XY chez l'homme et XX chez la femme. Les gamètes (spermatozoïdes, et ovocyte II) sont des cellules haploïdes comportant n chromosomes, soit 23 chromosomes dont 22 autosomes et 1 chromosome sexuel.

Situation d'apprentissage

Lors d'une visite au domicile de l'un de leurs camarades pour fêter son anniversaire, des élèves d'une classe de terminale D remarquent que le petit frère de celui-ci est un albinos tandis que leurs parents ont un teint noir.

De retour à l'école, l'un des élèves informe ses camarades de classe que son père médecin lui a dit que l'albinisme fait partie des anomalies héréditaires transmises des ascendants aux descendants.

Désireux de connaître les modes de transmission des anomalies et des caractères héréditaires chez l'Homme, les élèves décident d'identifier quelques caractères héréditaires et de déterminer les modes de transmission des anomalies liées aux autosomes ou aux hétérosomes.

SPECIMEN

LES STRUCTURES CELLULAIRES DE LA TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE

QUELQUES CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES CHEZ L'HOMME

Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative à la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme.*
- *Relève les résultats de l'observation.*

Le point de l'activité

Dans le but d'identifier quelques caractères héréditaires, des observations sont faites dans deux familles.
Les résultats de ces observations sont présentés par les images des documents 1 et 2.

oreille du père

oreille de la mère

oreille de la fille

Document 1 : transmission du caractère « forme de l'oreille » dans une famille

Homme atteint

femme normale

Enfant atteint du rachitisme

Document 2 : transmission du caractère « forme des membres inférieurs » dans une famille

Activité 2

- *Observe les images des documents 1 et 2.*
- *Identifie les caractères héréditaires.*
- *Tire une conclusion.*

Le point de l'activité

La forme du pavillon de l'oreille de la fille est identique à celui de sa mère tandis que les membres inférieurs de l'enfant sont semblables à ceux de son père.

SPECIMEN

Les parents ont transmis les caractères **« forme de l'oreille »** et « **forme des membres inférieurs »** à leurs descendants. Ces caractères transmis des ascendants aux descendants sont appelés **caractères héréditaires**.
Le caractère **« forme de l'oreille »** se présente sous deux **phénotypes** : « pavillon ouvert » et « pavillon recourbé ».
Le caractère « forme des membres inférieurs » se présente sous deux phénotypes : « jambes arquées » et « jambes droites »
Les phénotypes « pavillon ouvert » et « jambes arquées » qui apparaissent dans la descendance sont **dominants** tandis que les phénotypes « pavillon recourbé » et « jambes droites » qui n'apparaissent pas dans la descendance sont **récessifs**. Les caractères héréditaires sont transmis des ascendants aux descendants.
La transmission des caractères héréditaires des ascendants aux descendants se fait par des gènes qui sont des portions d'ADN, constituant des chromosomes.

Vérifie tes acquis

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux caractères héréditaires chez l'Homme.

Les caractères héréditaires chez l'Homme sont :

1- la forme du nez ;
2- la forme des oreilles ;
3- la forme des membres inférieurs ;
4- la couleur des yeux ;
5- la couleur des cheveux ;
6- le timbre de la voix.

Relève les chiffres des affirmations exactes.

LA TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE CHEZ L'HOMME PAR LES AUTOSOMES

LE MODE DE TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE À GÈNE AUTOSOMAL

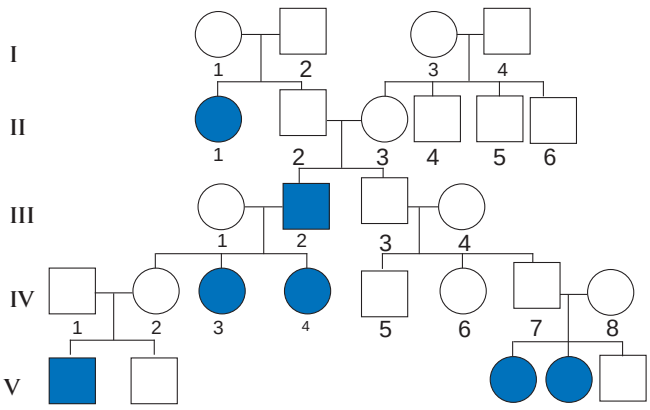
Activité 1

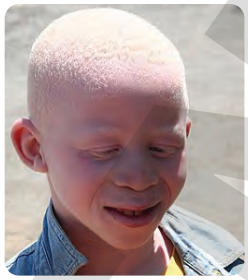
- ***Montre la technique utilisée pour établir les arbres généalogiques.***
- ***Observe les résultats des enquêtes menées dans des familles donc certains membres sont atteints d'anomalies (albinisme épithélioma adénoïde Cysticum).***

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer le mode de transmission de l'albinisme, de l'épithélioma adénoïde Cysticum et des groupes sanguins, des enquêtes sont menées dans des familles.
Les résultats de ces enquêtes ont permis d'établir les pedigrees des documents 2 ; 3 et 4.

SPÉCIMEN



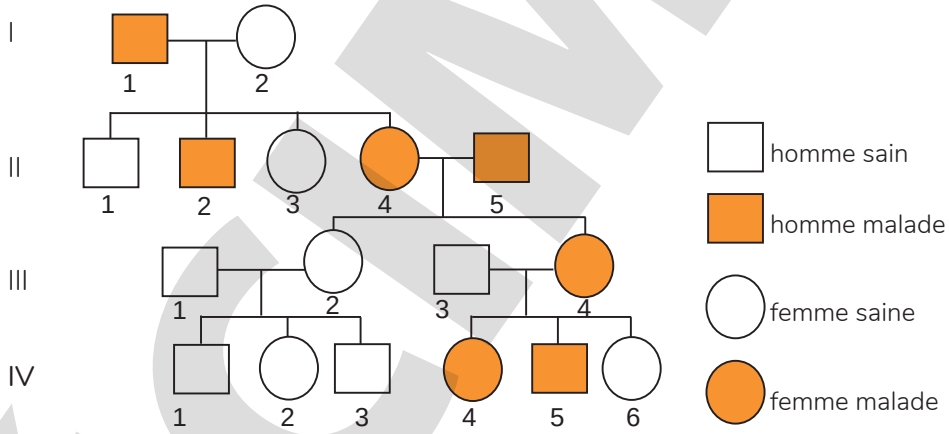


Un albinos

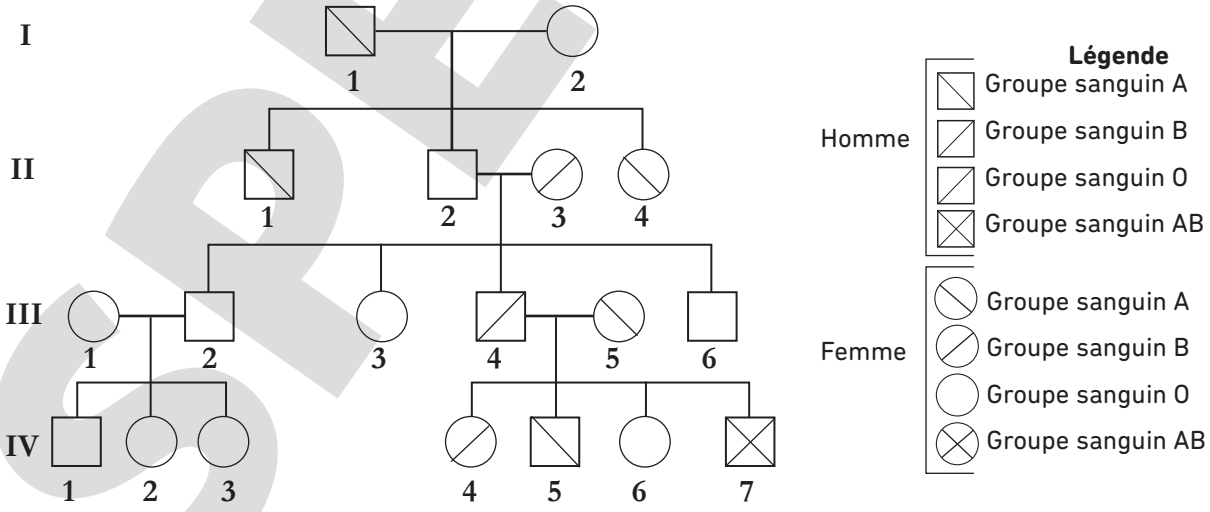
Femme normale
Femme albinos
Homme normal
Homme albinos

Document 2 : pédigrée d'une famille dont certains membres sont atteints d'albinisme

Un homme atteint de l'épithélioma adénoïde Cysticum



Document 3 : pedigree d'une famille dont certains membres sont atteints de l'épithélioma adénoïde Cysticum



Document 4 : arbre généalogique des membres d'une famille et leurs groupes sanguins

SPÉCIMEN

Activité 2

- *Observe les arbres généalogiques.*
- *Analyse chaque arbre généalogique.*
- *Explique le mode de transmission de l'albinisme, de l'épithélioma adénoïde Cysticum et des groupes sanguins.*
- *Écris les génotypes des familles dont certains membres sont atteints de l'albinisme, de l'épithélioma adénoïde Cysticum.*
- *Écris les génotypes des individus I_1 ; I_2 ; I_{13} ; II_4 ; III_5 ; IV_4 ; IV_5 ; IV_6 ; IV_7.*
- *Tire une conclusion.*

Méthodologie de traitement des résultats présentés sous forme d'un pedigree : Cas d'anomalie à gène autosomal

Le **pedigree** ou l'**arbre généalogique** est l'enregistrement des caractéristiques de tous les individus d'une même famille. Dans un pedigree, les hommes sont représentés par des **carrés** tandis que les femmes sont représentées par des cercles. Les individus atteints de l'anomalie ou de la maladie étudiée sont souvent représentés par des carrés ou des cercles hachurés ou colorés.

Pour montrer que l'allèle d'une anomalie ou d'une maladie héréditaire est récessif, un couple du pedigree est choisi. Lorsque deux parents d'apparence normale engendrent un enfant atteint de l'anomalie ou de la maladie, cela montre que les parents portent l'allèle sous forme masquée et cet allèle de l'anomalie est **récessif**.

Pour montrer que l'allèle responsable d'une anomalie ou d'une maladie héréditaire est dominant, il faut vérifier dans le pedigree si chaque enfant malade a au moins un parent malade et que la maladie ne saute aucune génération. Dans ce cas, l'allèle responsable de l'anomalie est **dominant**.

Lorsque les allèles dominants de chaque parent sont transmis à leur enfant et s'expriment simultanément chez celui-ci, alors ces deux allèles sont **codominants**.

Pour déterminer le mode de transmission de l'anomalie, le meilleur couple est choisi, ensuite il faut supposer que le gène de l'anomalie est porté par le chromosome sexuel X, le chromosome sexuel Y étant **génétiquement inerte**.

Les phénotypes des parents, leurs génotypes ainsi que les gamètes produits par chaque parent et leurs proportions sont écrits. Un échiquier de croisement est établi. Dans cet échiquier, sont inscrits les génotypes et les gamètes des parents avec leurs proportions, les génotypes et les phénotypes des descendants avec leurs proportions. À la suite de l'échiquier, un bilan (résultats théoriques) est dressé.

Si les résultats théoriques sont différents de ceux observés dans la descendance du couple choisi, alors l'anomalie est transmise par un **gène autosomal**.

La **vérification** permet de confirmer que l'anomalie est transmise des ascendants aux descendants par des autosomes.

SPECIMEN

Le point de l'activité

Exemple d'un caractère héréditaire à gène autosomal à allèle récessif : cas de l'albinisme

Il s'agit de la transmission de l'anomalie (l'albinisme) dans une famille. Il y a deux phénotypes ; le phénotype normal et le phénotype albinos.
Les parents I_1 et I_2 d'apparence normale ont donné naissance à un enfant II_1 albinos. L'allèle responsable de l'albinisme est sous forme masquée chez les parents, l'**allèle albinos** est donc **récessif**.

Choix des symboles

Dans le cas d'une dominance complète, la première lettre du phénotype récessif est utilisée en majuscule pour le phénotype dominant et en minuscule pour le phénotype récessif.
Les lettres sont mises entre crochets pour représenter les phénotypes et sur des barres correspondant à la portion de chromosome pour représenter les génotypes.

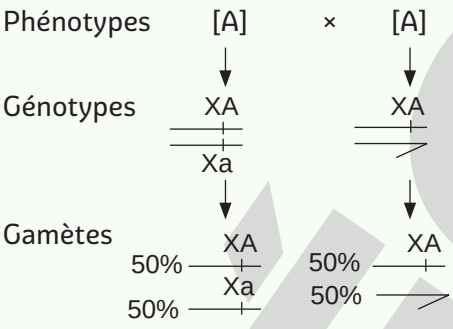
Albinos : a

Normal : A

Le couple d'allèles est (A /a)

Supposons que l'allèle responsable de l'albinisme est porté par le chromosome sexuel X, (le chromosome Y étant génétiquement inerte).

Soit le couple I_1 et I_2



Fécondation : Échiquier du croisement

♀ \ ♂	50% XA	50%
50% XA	25% XA/XA [A] ♀	25% XA [A] ♂
50% Xa	25% XA/Xa [A] ♀	25% Xa [a] ♂

SPECIMEN

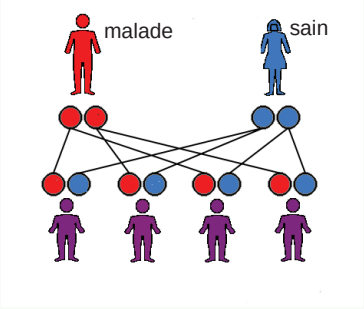
Bilan :
50% [A] de filles normales
25% [A] de filles normales
25% [a] de garçons albinos

Un tel couple devrait avoir toutes ses filles normales, or dans le pédigrée ce couple a une fille II1 albinos. L'allèle responsable de l'albinisme n'est pas porté par un hétérochromosome. Il est donc porté par un autosome.
Tous les individus albinos sont homozygotes récessifs.
Elle a pour génotype : $\frac{a}{a}$

Tous les parents normaux (I_1 ; I_2 ; II_2 ; II_3 ; IV_1 ; IV_2 ; IV_7 et IV_8) qui ont un ou des enfants albinos sont hétérozygotes et ont pour génotype : $\frac{A}{a}$

Les individus I_3 ; I_4 ; II_4 ; II_5 ; II_5 ; III_3 ; III_4 ; IV_5 et IV_6 sont homozygotes ou hétérozygotes et ont pour génotypes : $\frac{A}{A}$ ou $\frac{A}{a}$

Dans le cas de la transmission d'une anomalie héréditaire autosomique récessive :
- tous les individus atteints de l'anomalie sont homozygotes récessifs ;
- tous les individus normaux ou sains sont homozygotes dominants ;
- tous les individus d'apparence normale ayant au moins un enfant malade sont hétérozygotes ;
- l'union entre un individu anormal ou malade avec un individu normal ou sain donne uniquement des hétérozygotes ;
- l'union entre un individu anormal ou malade avec un individu normal ou sain hétérozygote donne des individus sains hétérozygotes et des individus malades récessifs.



Exemple d'un caractère héréditaire à gène autosomal à allèle dominant : cas de l'épithélioma adénoïde Cysticum

Il s'agit de la transmission de l'épithélioma adénoïde Cysticum dans une famille. Il y a deux phénotypes ; le phénotype sain et le phénotype malade.
Chaque enfant malade a au moins un parent malade et la maladie ne saute aucune génération.
L'**allèle** responsable de l'épithélioma adénoïde Cysticum est donc **dominant**.

Choix des symboles :
Sain : s
Malade : S
Le couple d'allèles est (S /s)

Supposons que l'allèle responsable de l'épithélioma adénoïde Cysticum est porté par le chromosome sexuel X (le chromosome Y étant génétiquement inerte).

SPECIMEN

Soit le couple ♂ I_1 et ♀ I_2

Phénotypes [S] [s]

Génotypes $\frac{XS}{\quad}$ $\frac{Xs}{Xs}$

Gamètes 50% XS 50% Y — 100% Xs

Fécondation : Échiquier du croisement

♀ γ / ♂ γ	50% XS	50% Y
100% Xs	50% $\frac{XS}{Xs}$ ♀ [S]	50% $\frac{Xs}{Y}$ ♂ [s]

Bilan :

50% [S] de filles malades

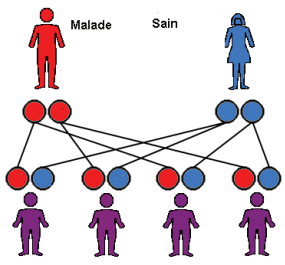
50% [s] de garçons sains

Un tel couple devrait avoir toutes ses filles malades, or dans le pedigree ce couple a une fille **II_3** saine. Les résultats théoriques sont différents de ceux observés dans la descendance du couple, l'épithélioma adénoïde Cysticum affecte aussi bien les hommes que les femmes. Il est donc transmis par un **gène autosomal** et l'allèle responsable de la maladie est **dominant**.

Génotypes des individus

Dans le cas d'une anomalie ou maladie héréditaire autosomique dominante :

- tous les individus atteints de l'anomalie portent l'allèle de la maladie. Ils sont soit homozygotes dominants soit hétérozygotes ;
- tous les individus normaux ou sains sont homozygotes récessifs ;
- l'union entre un individu anormal ou malade et un individu
- normal ou sain peut donner des individus malades hétérozygotes et des individus sains.
- l'union entre un individu anormal ou malade homozygote et un individu normal ou sain donne uniquement des individus malades hétérozygotes.



Les individus I_2 ; II_1 ; II_3 ; III_1 ; III_2 ; III_3 ; IV_1 ; IV_3 et IV_6 sains sont homozygotes récessifs. Ils ont pour génotypes : $\frac{s}{s}$

Les individus I_1 II_2 ; II_4 ; II_5 ; III_4 ; IV_4 et IV_5 malades sont hétérozygotes. Ils ont pour génotypes : $\frac{S}{s}$

SPECIMEN

Exemple d'un caractère héréditaire à gène autosomal à dominance partielle (codominance)

L'homme III_4 de groupe sanguin B et la femme III_5 de groupe sanguin A ont engendré une fille IV_4 de groupe B, un garçon IV_5 de groupe A, une fille IV_6 de groupe O et un garçon IV_7 de groupe AB.

Les parents possèdent l'allèle O sous forme masquée qu'ils ont transmis à leur fille IV_6, l'allèle O est donc récessif.

Les parents ont transmis à leur garçon IV_7 les allèles A et B, les **allèle**s sont **codominants**.

Choix des symboles : Groupe A : A Groupe B : B Groupe O : O

Supposons que l'allèle responsable de la maladie de Buton est porté parle chromosome sexuel X

Soit le couple ♂ IV_5 et IV_6 ♀

Phénotypes [B] [A]

Génotypes X^B X^A / X^O

Gamètes 50% X^B 50% X^A ; 50% 50% X^O

Fécondation : Échiquier du croisement

♂ γ / ♀ γ	50% X^B	50%
50% X^A	50% X^B / X^A [AB] ♀	25% X^A / [A] ♂
50% X^O	50% X^B / X^O [B] ♀	25% X^O / [O] ♂

Bilan : 25% de filles de groupe sanguin AB
25% de filles de groupe sanguin B
25% de garçons de groupe sanguin A
25% de garçons de groupe sanguin O

Les résultats théoriques sont différents des résultats expérimentaux, dans le cas de la liaison au sexe, aucun homme ne peut être du groupe AB. Les allèles responsables des groupes sanguins sont portés par des **autosomes**.

Génotypes des individus.

I_1, II_4, III_5 et IV_4 : A/O I_2 et IV_6 : O/O II_3 et IV_4 : B/O IV_7 : A/B

SPECIMEN

LE MODE DE TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE À GÈNE HÉTÉROSOMAL

Activité 1

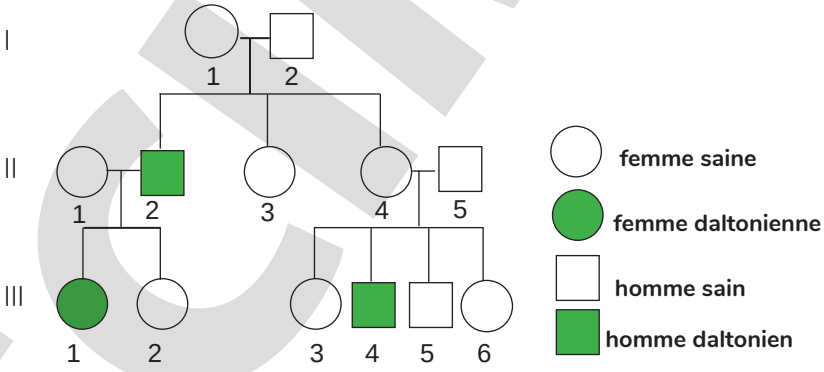
- *Observe les résultats des enquêtes menées dans des familles donc certains membres sont atteints d'anomalies (daltonisme et du rachitisme).*
- *Relève les résultats de l'observation.*

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer le mode de transmission du daltonisme et du rachitisme, des enquêtes sont menées dans deux familles dont certains membres sont atteints de ces anomalies.

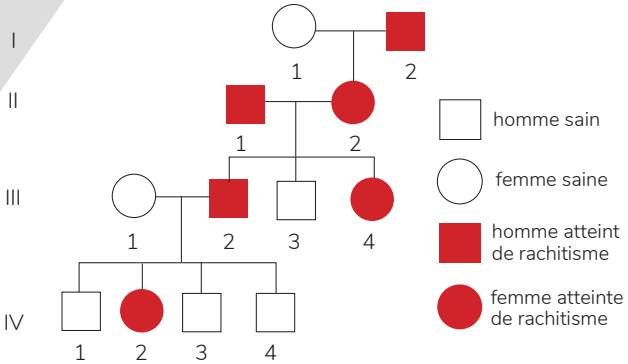
Les résultats de ces enquêtes ont permis d'établir les pedigrees des documents 5 et 6.

Un enfant atteint du daltonisme



Document 5 : pedigree d'une famille dont certains membres sont atteints du daltonisme

Un enfant atteint du rachitisme



Document 6 : pedigree d'une famille dont certains membres sont atteints de rachitisme

SPECIMEN

Activité 2

- *Observe les arbres généalogiques.*
- *Analyse chaque arbre généalogique.*
- *Explique le mode de transmission du daltonisme et du rachitisme.*
- *Ècris les génotypes des familles dont certains membres sont atteints du daltonisme et du rachitisme.*
- *Ècris les génotypes des individus I_1 ; I_2 ; II_3 ; II_4 ; III_5 ; IV_4 ; IV_5 ; IV_6 ; IV_7.*
- *Tire une conclusion*

Méthodologie de traitement des résultats présentés sous forme d'un pedigree :Cas d'anomalie à gène autosomal

Pour traiter les résultats d'une anomalie à gène hétérosomal, on utilise la même méthodologie que celle d'une anomalie à gène autosomal.

Pour déterminer le mode de transmission de l'anomalie, le meilleur couple est choisi, ensuite il faut supposer que le gène de l'anomalie est porté par le chromosome sexuel X, le chromosome sexuel Y étant **génétiquement inerte**.

Si les résultats théoriques sont conformes à la ségrégation de la descendance du couple choisi, on conclut que l'anomalie est liée au sexe ou l'allèle de l'anomalie est porté par le chromosome sexuel X.

Les phénotypes des parents, leurs génotypes ainsi que les génotypes des gamètes produits par chaque parent et leurs proportions sont écrits. Un échiquier de croisement est établi. Dans cet échiquier, sont inscrits les génotypes.

Dans cet échiquier sont inscrits les génotypes des gamètes et leurs proportions, les génotypes et les phénotypes des descendants avec leurs proportions.

Le point de l'activité

Pour montrer que l'allèle de l'anomalie ou de la maladie est **récessif**, un couple du pedigree est choisi. Lorsque deux parents d'**apparence normale** engendrent un enfant atteint de l'anomalie ou de la maladie, les parents possèdent alors l'allèle de l'anomalie ou de la maladie sous forme masquée. L'allèle de la maladie est dit récessif.

Pour montrer que l'allèle de l'anomalie ou de la maladie est dominant, on observe le pedigree. Si chaque **enfant malade** a au moins un **parent malade** et que la **maladie ne saute aucune génération,** alors l'allèle responsable de l'anomalie ou de la maladie est dit **dominant**.

Pour déterminer le mode de transmission de la maladie ou de l'anomalie, un couple du pedigree est choisi, puis on suppose que le gène de la maladie ou de l'anomalie est porté par le chromosome sexuel X, le chromosome sexuel Y étant génétiquement inerte. Les phénotypes des parents, leurs génotypes ainsi que les gamètes produits par chaque parent et leur proportion sont écrits. Un échiquier de croisement est établi. Dans cet échiquier sont inscrits les génotypes des gamètes et leurs proportions, les génotypes et les phénotypes des descendants avec leurs proportions.

Si les résultats théoriques sont conformes à ceux observés dans la descendance du couple choisi, on déduit que l'anomalie ou la maladie est transmise par un gène hétérosomal.

SPECIMEN

Souvent dans le cas des anomalies ou maladies liées au sexe, seuls les hommes sont atteints de l'anomalie ou de la maladie.

La vérification par l'écriture des génotypes des individus du pedigree permet de confirmer que l'anomalie ou la maladie est liée au sexe.

Exemple d'une anomalie à gène hétérosomal à allèle récessif : cas du daltonisme

Il s'agit, dans cet arbre généalogique, de la transmission du daltonisme dans une famille. Le daltonisme est une anomalie de la vision affectant la perception des couleurs d'origine généralement génétique. Ce caractère s'exprime sous deux phénotypes : le phénotype normal et le phénotype daltonien.
Les parents I_1 et I_2 d'apparence normale ont donné naissance à un garçon II_1 daltonien. L'allèle responsable du daltonisme est sous forme masquée chez les parents, l'allèle daltonien est donc récessif.

Choix des symboles

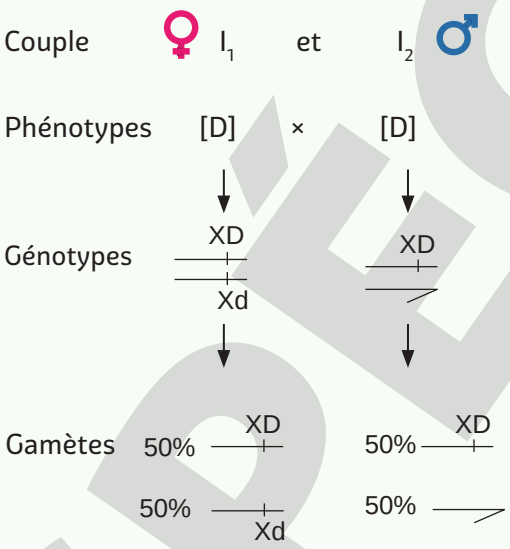
Daltonien : d

Sain : D

Le couple d'allèles est D/d

Supposons que l'allèle responsable du daltonisme est porté par le chromosome sexuel X, le chromosome Y étant génétiquement inerte.

Considérons le couple (I_1 ; I_2).



SPÉCIMEN

Fécondation : Échiquier du croisement

γ ♀ \ γ ♂	50% XD	50%
50% XD	25% XD // XD [D] ♀	25% XD // [D] ♂
50% Xd	25% XD // Xd [D] ♀	25% Xd // [d] ♂

Bilan :

50% [D] de filles normales

25% [D] de garçons normaux

25% [d] de garçons daltoniens

Un tel couple devrait avoir toutes ses filles saines. Ce qui est observé dans la descendance. De plus, seul un garçon est atteint. L'allèle responsable du daltonisme est lié au sexe ou porté par le chromosome sexuel X. Le **daltonisme** est une **anomalie hétérosomale** à allèle **récessif** qui affecte souvent les hommes.

Génotypes des individus du pedigree

Les femmes I_1, II_1 et II_4 sont hétérozygotes car d'apparence normale, elles ont transmis l'allèle daltonien à leurs enfants II_2 ; III_1 et III_4. Elles ont pour génotype : XD // Xd

Les hommes II_2 et III_4 daltoniens sont homozygotes récessifs, car le chromosome Y est génétiquement inerte. Ils ont pour génotype : Xd //

La femme I_3 daltonienne est homozygote récessive. Elle a pour génotype : Xd // Xd

Les hommes I_2 ; II_5 et III_5 sains sont homozygotes dominants, car le chromosome Y est génétiquement inerte. Ils ont pour génotype : XD //

Les femmes II_3, III_3 et III_6 sont soit homozygotes, soit hétérozygotes.
Elles ont pour génotype : XD // Xd ou XD // XD

Dans le cas des maladies ou anomalies liées au sexe récessives, la femme transmet toujours la maladie ou l'anomalie à ses garçons et l'homme la transmet à ses filles à travers le chromosome sexuel X.

SPÉCIMEN

Une maladie génétique est dite de transmission dominante liée au chromosome sexuel X quand le gène anormal est sur le chromosome sexuel X. La présence d'un seul gène anormal est suffisante pour que la maladie s'exprime chez un garçon ou une fille. Le gène anormal est transmis soit par le père, soit par la mère.

La transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme se fait par les hétérosomes ou chromosomes sexuels.

Exemple d'une anomalie à gène hétérosomal à allèle dominant : cas du rachitisme

Il s'agit, dans cet arbre généalogique, de la transmission du rachitisme dans une famille. Le rachitisme vitamino-résistant est une maladie héréditaire caractérisée par des déformations des membres inférieurs. Ce caractère se présente sous deux phénotypes : le phénotype sain et le phénotype rachitique.

Chaque **enfant malade** a au moins un **parent malade** et la maladie ne saute aucune génération. L'allèle responsable du rachitisme est donc **dominant**.

Supposons que l'allèle responsable du rachitisme est porté par le chromosome sexuel X, le chromosome Y étant génétiquement inerte.

Considérons le couple (I_1 ; I_2)

Couple ♀ I_1 et ♂ I_2

Phénotypes [S] × [s]

Génotypes $\frac{Xs}{Xs}$ $\frac{XS}{\ }$

Gamètes 50% Xs, 50% Xs ; 50% XS, 50%

Fécondation : Échiquier du croisement

♀ γ \ ♂ γ	50% XS	50%
50% Xs	25% $\frac{XS}{XS}$ [S] ♀	25% $\frac{Xs}{\ }$ [s] ♂
50% Xs	25% $\frac{XS}{Xs}$ [S] ♀	25% $\frac{Xs}{\ }$ [s] ♂

SPÉCIMEN

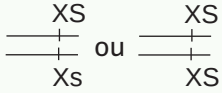
Bilan :
50% [S] de filles malades
50% [s] de garçons sains
Les résultats théoriques sont conformes à ceux observés dans la descendance du couple. Le rachitisme est une maladie qui est donc transmise par un gène hétérosomal.
Génotypes des individus.

Les femmes II_2 et IV_2 sont hétérozygotes car elles reçoivent de leur père l'allèle rachitique et de leur mère l'allèle sain. Elles ont pour génotype :

Les femmes saines I_1 et III_1 sont homozygotes récessives. Elles ont pour génotype :

Le chromosome Y est génétiquement inerte, les hommes III_1 ; IV_1 ; IV_3 ; et IV_4 sains ont pour génotype :

Les hommes I_2 ; II_1 et III_2 atteints de rachitisme ont pour génotype :



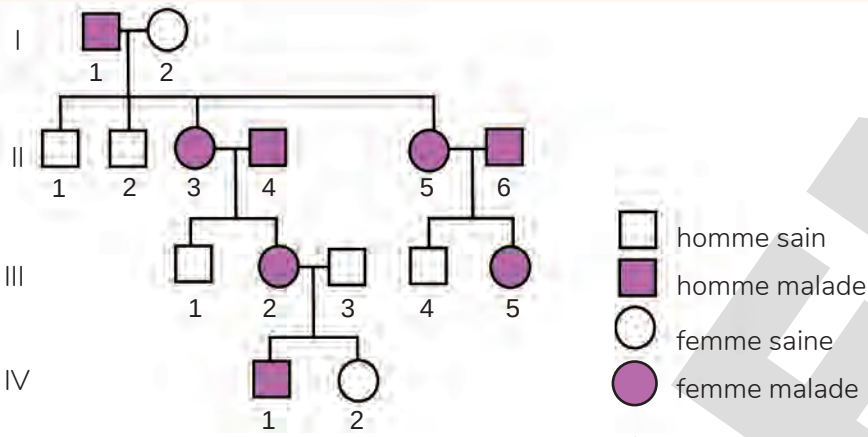
La femme III_4 atteinte de rachitisme a pour génotype :

Dans le cas d'anomalie ou de maladies à allèle dominant, liées au sexe, la femme transmet toujours la maladie à ses garçons et l'homme la transmet à ses filles à travers le chromosome sexuel X.
Une maladie génétique est dite de transmission dominante liée au chromosome sexuel X quand le gène anormal est sur le chromosome sexuel X. La présence d'un seul gène anormal est suffisante pour que la maladie s'exprime chez un garçon ou une fille. Le gène anormal est transmis soit par le père, soit par la mère.
La transmission de certains caractères héréditaires chez l'Homme se fait par les hétérosomes ou chromosomes sexuels.

Utilise tes acquis

En vue d'approfondir ses connaissances sur les maladies héréditaires à gène hétérosomal, un élève de 1re D effectue des recherches et découvre dans un manuel de génétique une maladie héréditaire rare dont l'arbre généalogique est représenté par le document ci-après. Cette maladie appelée le Syndrome de l'X fragile entraîne une déficience intellectuelle légère à importante. Il se caractérise par un retard de la parole, de l'anxiété et une hyperactivité.

SPECIMEN



Arbre généalogique du Syndrome de l'X fragile

À la demande de l'élève qui éprouve des difficultés à déterminer le mode de transmission de la maladie, tu t'appuies sur le pedigree pour l'aider.

1- Montre que l'allèle du syndrome de l'X fragile est dominant ou récessif.
2- Explique le mode de transmission du syndrome de l'X fragile.
3- Écris les génotypes des individus I_1 ; II_5 ; III_2 ; III_4 et IV_1.

Retiens l'essentiel

Un caractère héréditaire est un caractère qui est transmis des ascendants aux descendants, soit par un gène autosomal, soit par un gène hétérosomal dont l'allèle peut être dominant ou récessif.

Pour montrer que l'allèle responsable d'une anomalie ou d'une maladie est récessif ou dominant, on observe le pedigree. Si des parents d'apparence normale donnent naissance à un enfant atteint de l'anomalie ou de la maladie, on conclut que l'allèle responsable de l'anomalie est récessif. Par contre, si chaque enfant malade ou anormal a au moins un parent malade ou anormal et que la maladie ou l'anomalie ne saute aucune génération, on conclut que l'allèle responsable de la maladie ou de l'anomalie est dominant.

Pour déterminer le mode de transmission de l'anomalie ou de la maladie dans le cas d'une dominance, on choisit un couple, puis on suppose que le gène de l'anomalie ou de la maladie est porté par le chromosome sexuel X, le chromosome sexuel Y étant génétiquement inerte. On écrit les phénotypes des parents, leurs génotypes ainsi que les gamètes produits par chaque parent et leur proportion. On établit un échiquier de croisement dans lequel sont inscrits les génotypes des gamètes et leurs proportions, les phénotypes et les génotypes des descendants avec leurs proportions.

Si les résultats théoriques sont différents de ceux observés dans la descendance du couple choisi, on conclut que l'anomalie est gouvernée par un gène autosomal à allèle récessif ou dominant. Par contre, si les résultats théoriques sont conformes à ceux observés dans la descendance du couple choisi, on conclut que l'anomalie est gouvernée par un gène hétérosomal et l'allèle qui le gouverne est récessif ou dominant.

La vérification par l'écriture des génotypes des individus du pedigree permet de confirmer que l'anomalie est autosomale ou liée au sexe.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives à la transmission d'un caractère héréditaire.

Un caractère héréditaire se transmet :

1- des descendants aux ascendants.

2- des ascendants aux descendants.

3- par l'intermédiaire des chromosomes.

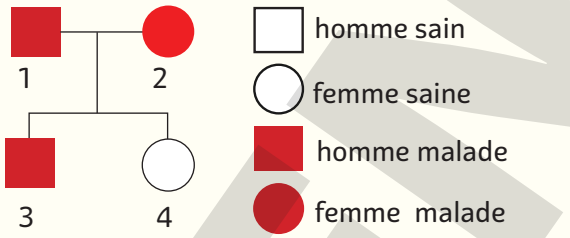
4- de génération en génération.

5- grâce à des gènes.

6- uniquement à des garçons.

Écris « V » si l'affirmation est vraie ou « F » si l'affirmation est fausse, en utilisant les chiffres.

2 Un professeur des Sciences de la Vie et de la Terre demande à ses élèves de déterminer le mode de transmission de la maladie héréditaire présentée par le pedigree. Les élèves donnent les réponses ci-dessous.



1- La maladie est récessive.

2- L'allèle responsable de cette maladie est porté par un autosome.

3- Les parents 1 et 2 sont hétérozygotes.

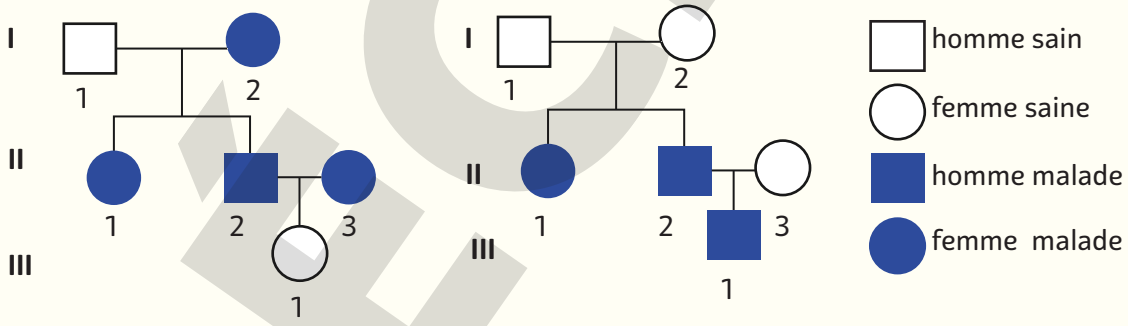
4- L'individu 4 est homozygote récessif.

5- L'individu 3 est homozygote récessif.

6- La maladie est autosomale dominante.

Relève les chiffres des bonnes réponses

3 Les pedigrees ci-dessous représentent deux familles au sein desquelles deux maladies héréditaires sont transmises.



Maladies liées aux pedigrees et individus	Mode de transmission et génotypes des individus
1- Pedigree A 2- Individu III_1 3- Parent I_1 4- Parent I_2 5- Individu $II_{1'}$ 6- Individu $II_{3'}$ 7- Pedigree B	a- maladie autosomale dominante b- hétérozygote c- maladie autosomale récessive d- homozygote dominant e- homozygote récessif

Associe chaque maladie à son mode de transmission et chaque individu des pédigrées à son génotype, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

5 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à la transmission d'un caractère héréditaire.

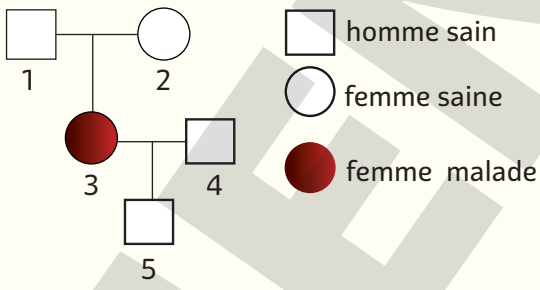
Le pedigree ou l'arbre généalogique est l'enregistrement des caractéristiques de tous les individus d'une même famille. Pour montrer que l'allèle d'une anomalie ou d'une maladie héréditaire est .....1....., un couple du pédigrée est choisi. Lorsque deux parents .....2..... engendrent un enfant atteint de l'anomalie, cela montre que les parents portent l'allèle sous forme masquée et l'allèle de l'anomalie est dit récessif.

Si dans le pédigrée chaque enfant malade a au moins un parent malade et que la maladie ne saute aucune .....3....., l'allèle responsable de l'anomalie est dit .....4..... Lorsque les allèles dominants de chaque parent sont transmis à leur enfant et s'expriment simultanément chez celui-ci, alors ces deux allèles sont .....5..... Pour déterminer le mode de transmission de l'anomalie, le meilleur couple est choisi, ensuite il faut supposer que le gène de l'anomalie est porté par le .....6....., le chromosome sexuel Y étant génétiquement inerte. Les phénotypes des parents, leurs génotypes ainsi que les génotypes des gamètes produits par chaque parent et leurs proportions sont écrits. Un .....7..... dans lequel sont inscrits les génotypes des gamètes des parents avec leurs proportions, les génotypes et les phénotypes des descendants avec leurs proportions est établi. À la suite de l'échiquier, un bilan est dressé.

Si les résultats théoriques sont .....8..... de ceux observés dans la descendance du couple choisi, alors l'anomalie est transmise par un .....9.....

Complète le texte avec les mots suivants, en utilisant les chiffres : différents ; dominant ; échiquier de croisement ; génération ; gène autosomal ; codominants ; d'apparence normale ; chromosome sexuel X ; récessif.

6 Le pedigree et les affirmations ci-après sont relatifs à une maladie héréditaire.



a- La maladie est récessive.

b- L'allèle responsable de la maladie est porté par un autosome.

c- Les parents 1 et 2 sont homozygotes.

d- L'individu 3 est homozygote récessif.

e- L'individu 5 est hétérozygote.

Relève la ou les lettre(s) correspondant à la ou aux affirmation(s) juste(s).

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent à la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme.

1- Lorsque l'allèle responsable d'une maladie est récessif et porté par un autosome, un couple sain homozygote peut engendrer :

a- des enfants malades ;
b- des enfants sains ;
c- des enfants sains et des enfants malades.

2- Lorsque l'allèle responsable d'une maladie est dominant et porté par un autosome, un homme malade peut la transmettre à :

a- ses filles uniquement ;
b- ses garçons uniquement ;
c- ses garçons et ses filles.

SPÉCIMEN

3- Lorsque l'allèle responsable d'une maladie est récessif et porté par un autosome, un couple composé de deux individus hétérozygotes peut engendrer :

a- des garçons malades uniquement ;

b- des filles saines uniquement;

c- des enfants malades et des enfants sains.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres er les lettres.

8 Le texte ci-dessous se rapporte à la transmission d'une maladie récessive à gène hétérosomal dans une famille.

Les anomalies héréditaires chez l'Homme telles que le ...**1**... sont transmises des ascendants aux descendants par des hétérosomes. Pour montrer que ...**2**.... du daltonisme est récessif, un ...**3**... et ses descendants sont choisis. Lorsque deux parents ...**4**... engendrent un enfant atteint du Daltonisme, alors l'allèle du daltonisme est ...**5**..., les parents portent l'allèle sous forme masquée.

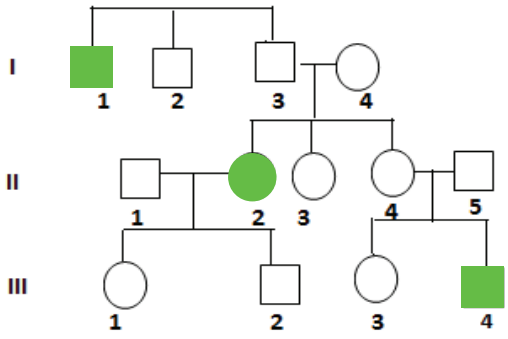
Pour déterminer le mode de transmission du daltonisme, le même couple est choisi, puis on suppose que le gène de l'anomalie est porté par le ...**6**..., le chromosome sexuel Y étant génétiquement inerte. Les phénotypes des parents, leurs ...**7**..., ainsi que les gamètes produits par chaque parent et leur proportion sont écrits. Un ...**8**... dans lequel sont inscrits les génotypes, les phénotypes et les proportions des ...**9**... est établi. Si les résultats théoriques sont ...**10**.... à ceux observés dans la descendance du couple choisi, on conclut que le daltonisme est transmis par un ...**11**... Souvent, dans le cas des anomalies ou maladies liées au sexe, seuls les hommes sont atteints par la maladie.

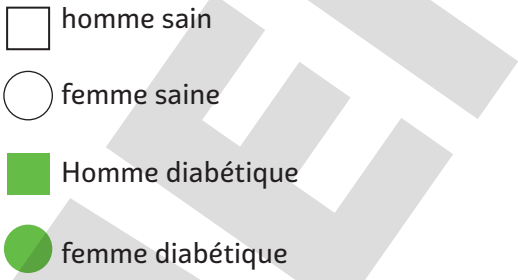
Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :

descendants ; daltonisme ; conformes ; récessif ; l'allèle ; gène hétrosomal ; couple du pédigrée ; échiquier de croisement ; génotypes ; d'apparence normale ; chromosome sexuel X.

SPÉCIMEN

1 Une jeune fille en classe de seconde A apprend que le diabète de type 1, aussi appelé diabète insulinodépendant, dont souffre sa mère est une maladie héréditaire. Elle effectue une enquête dans sa famille qui lui a permis d'établir l'arbre généalogique ci-dessous.



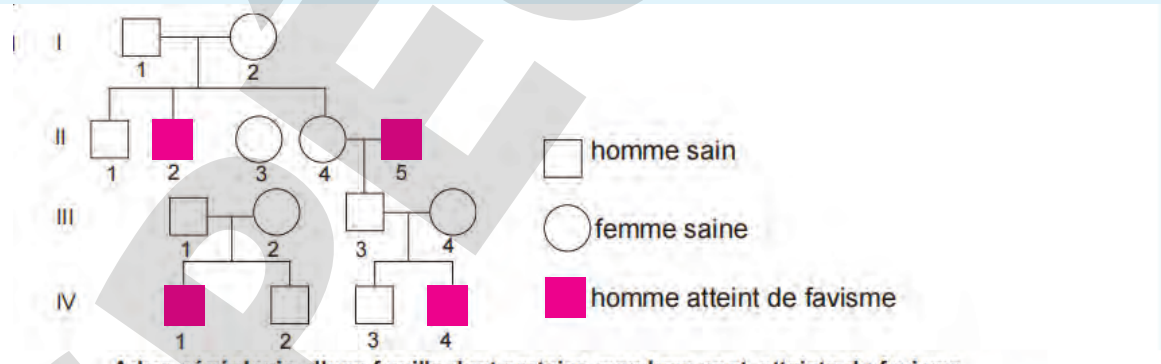


Éprouvant des difficultés pour exploiter l'arbre généalogique, elle sollicite ton aide. Tu t'appuies sur l'arbre généalogique pour lui expliquer le mode de transmission de la maladie.

1- **Montre que l'allèle responsable du diabète dont souffre cette famille est récessif ou dominant.**
2- **Démontre que l'allèle responsable de ce type de diabète est porté par un autosome ou par un hétérochromosome.**
3- **Écris le génotype des individus I_1, I_3, I_4, II_3, III_1.**

2 Ton groupe de travail prépare le devoir de niveau programmé par le Conseil d'Enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre. Il découvre un exercice portant sur la transmission du favisme, une anomalie liée à une enzyme qui entraîne des problèmes lors de l'ingestion de certaines substances (fèves en particulier).

L'arbre généalogique ci-dessous représente la transmission de cette maladie au sein d'une famille sur trois générations.



Arbre généalogie d'une famille dont certains membres sont atteints du favisme

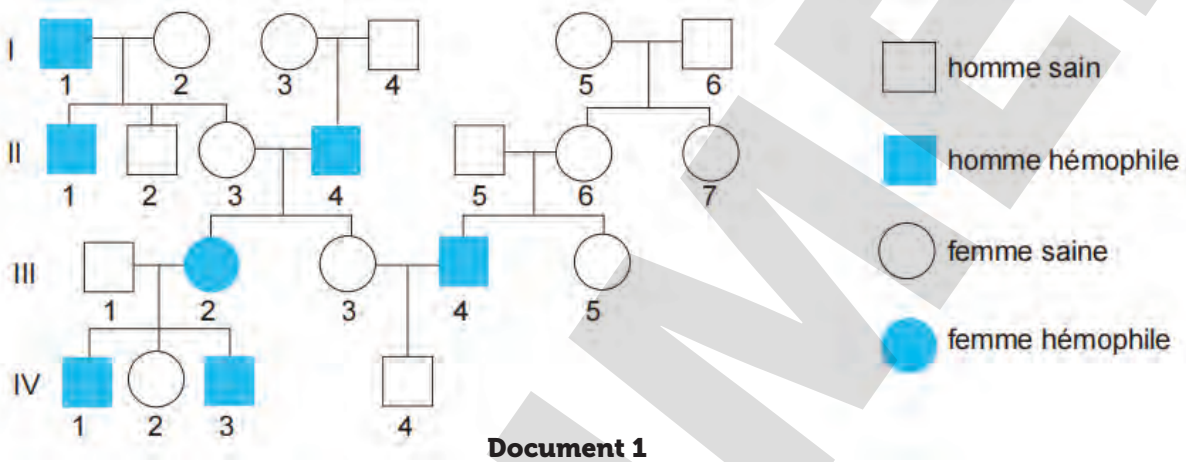
Un élève du groupe, qui n'a pas assisté régulièrement à la leçon, sollicite ton aide pour l'exploitation de cet arbre généalogique.

1- Montre la dominance ou la récessivité de l'allèle responsable du favisme.
2- Détermine la nature du chromosome qui porte l'allèle responsable de cette maladie.
3- Écris le génotype de chacun des individus suivants : I_1, I_2, II_2 et II_4.

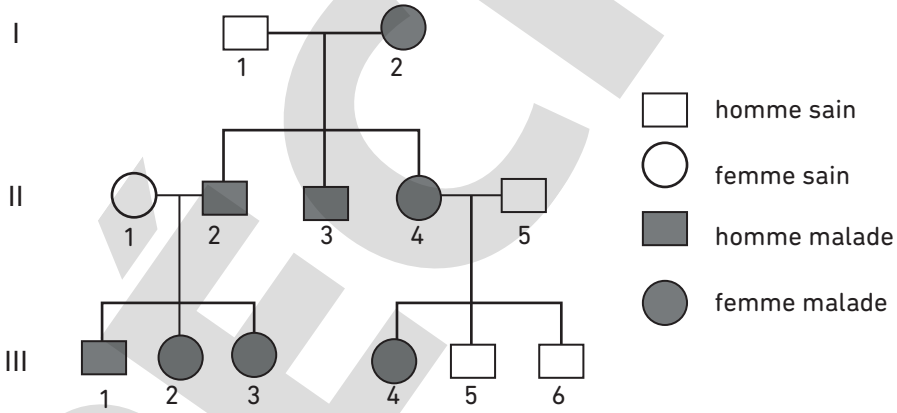
SPECIMEN

À la demande du club scientifique de ton établissement, une conférence est dite par un gynécologue sur les causes de décès chez les femmes après l'accouchement. Parmi les causes évoquées par le conférencier, un élève en classe de seconde remarque que l'hémophilie y figure. Cette maladie héréditaire qui correspond à l'impossibilité pour le sang de coaguler, entraine des hémorragies sévères en cas de saignements.

Il veut comprendre le mode de transmission des anomalies héréditaires. Il sollicite ton aide.



Document 1



Document 2

1- Détermine le mode de transmission de chaque anomalie.

2- Écris les génotypes des individus du pédigrée.

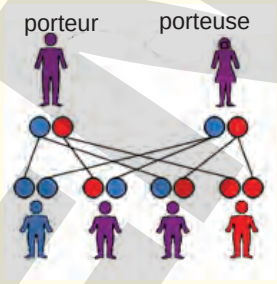
SPÉCIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de la transmission d'un caractère héréditaire lié aux autosomes permet de comprendre le caractère incurable des maladies héréditaires.

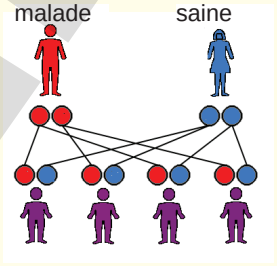
Quelques maladies héréditaires au mode autosomique récessif :

La mucoviscidose est une maladie qui touche les voies respiratoires et le système digestif. Les principaux symptômes sont des encombrements bronchiques, des infections respiratoires, des problèmes digestifs et une stérilité masculine. Une dérégulation du transport de chlore dans les cellules entraîne une augmentation de la viscosité du mucus : celui-ci vient s'accumuler dans les voies respiratoires et digestives. C'est une maladie autosomique récessive, donc transmise par les deux parents à la fois. Elle est causée par une mutation des deux copies du gène situé sur la 7e paire d'autosomes.



Union d'un homme porteur et d'une femme porteuse

La phénylcétonurie est une maladie héréditaire liée à une anomalie du métabolisme de la phénylalanine, un des acides aminés essentiels. La phénylalanine est présente dans tous les aliments, et en plus grande proportion dans les protéines animales. L'enfant phénylcétonurique ne présente aucun signe clinique décelable à la naissance, ni pendant les toutes premières semaines de vie. La maladie peut néanmoins être détectée à la naissance, en dosant la phénylalanine à partir d'une goutte de sang séchée.
En l'absence de traitement, l'excès de phénylalanine entraîne une toxicité pour les neurones qui altère le développement du cerveau.



Union d'un homme malade et d'une femme saine

Le Xeroderma Pigmentosum (XP) correspond à un groupe de maladies rares, transmises sur le mode autosomique récessif, caractérisées par une extrême sensibilité au rayonnement ultra-violet (UV). Le XP appartient au groupe des maladies qui prédisposent au cancer. Certains patients présenteront surtout une atteinte cutanée, alors que d'autres présenteront une atteinte neurologique.

Les symptômes de la maladie du Xeroderma Pigmentosum

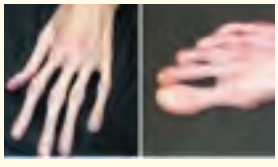
Quelques maladies héréditaires au mode autosomique dominant :

La maladie de Charcot-Marie-Tooth est une maladie nerveuse dégénérative qui apparaît généralement à l'adolescence ou à l'âge adulte.
Les symptômes possibles sont une faiblesse musculaire, une réduction de la taille des muscles, une diminution de la sensation, des orteils en griffe et une voûte importante. L'allèle de la maladie autosomique est dominant.

Les symptômes de la maladie de Charcot-Marie-Tooth

La maladie de Marfan affecte le cœur, les yeux, les vaisseaux sanguins et les os. Les personnes atteintes du syndrome de Marfan sont grandes, minces, avec des bras, des jambes, des doigts et des orteils longs.

La maladie de Huntington est une maladie héréditaire qui se caractérise par la dégénérescence des cellules nerveuses au fil du temps. Elle se caractérise par des troubles moteurs avec une maladresse, des mouvements anormaux involontaires, des troubles de la posture et de l'équilibre entraînant une gêne à la marche et des difficultés à articuler, puis à déglutir.


Les symptômes de la maladie de Huntington

SPÉCIMEN

Leçon

2

LA TRANSMISSION DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES CHEZ LES ÊTRES VIVANTS

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- expliquer les résultats d'un dihybridisme à gènes indépendants et à gènes liés ;
- calculer les proportions des caractères dans un croisement de dihybridisme et la distance génétique ;
- établir la carte factorielle ;
- dégager les règles régissant la transmission de deux gènes indépendants dans le cas d'une dominance complète, deux gènes liés et l'importance de l'hybridation.

Tes prérequis

La transmission des caractères héréditaires des ascendants aux descendants se fait grâce aux gènes, portions de l'ADN constituant du chromosome. Les gènes qui gouvernent certains caractères sont portés par les autosomes, tandis que d'autres caractères héréditaires sont transmis par le chromosome sexuel X, le chromosome sexuel Y étant génétiquement inerte.

Situation d'apprentissage

La coopérative de ton établissement élève des lapins pour ravitailler la cantine en viande. Des élèves de terminale D chargés de nourrir les lapins remarquent que les lapereaux issus d'un croisement entre un lapin à poil court et blanc et une lapine à poil long et noir sont tous semblables à la lapine.

Soucieux de comprendre la transmission des deux caractères héréditaires des ascendants aux descendants, les élèves décident d'expliquer le mode de transmission de deux caractères par des autosomes et par des hétérosomes.

SPECIMEN

LA TRANSMISSION DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES AUX GÈNES INDÉPENDANTS

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la transmission de deux caractères héréditaires aux gènes indépendants.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer le mode de transmission de deux caractères héréditaires aux gènes liés, des expériences sont réalisées par des chercheurs ivoiriens.
Une variété M_1 de manioc à gros tubercules, sensibles au parasite du pourrissement et propices à la confection du « foutou », est croisée avec une variété M_2 de manioc à petits tubercules, résistants au parasite du pourrissement et propices à la confection du « l'attiékè ». Une autofécondation des individus de la F1 est ensuite réalisée. À la 1re génération (F1), descendance du premier croisement, ils obtiennent uniquement du manioc à petits tubercules et résistants au parasite du pourrissement. À la 2e génération (F2), descendance du deuxième croisement, ils obtiennent :.

- 7290 pieds de manioc à petits tubercules et résistants au parasite ;
- 2431 pieds de manioc à petits tubercules et sensibles au parasite ;
- 2432 pieds de manioc à gros tubercules et résistants au parasite ;
- 809 pieds de manioc à gros tubercules et sensibles au parasite.

Les résultats des expériences sont représentés par le texte 1 ci-dessus.

Activité 2

- ***Analyse les résultats des croisements.***
- ***Interprète-les.***
- ***Déduis le mode de transmission de deux caractères étudiés.***

MÉTHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES RÉSULTATS D'UN HYBRIDISME À GÈNE INDÉPENDANT

Pour traiter les résultats de croisements entre des êtres vivants dans le cas d'un dihybridisme, il faut :

- identifier les caractères transmis des ascendants aux descendants et les phénotypes;
- faire l'analyse caractère par caractère ;
- expliquer littéralement les ségrégations ;
- choisir les symboles pour écrire les phénotypes et le couple d'allèles pour chaque caractère ;
- faire l'étude simultanée de deux caractères par la méthode du système branché qui consiste à multiplier les proportions obtenues entre elles ;
- faire le test de l'hypothèse de gènes indépendants qui consiste à comparer les

SPECIMEN

effectifs observés dans la descendance aux effectifs théoriques attendus, calculés à partir de la ségrégation obtenue par le système branché ;

- ✓ faire la vérification ou l'interprétation chromosomique des ségrégations ;
- ✓ tirer une conclusion.

➲ Analyse des resultats

➢ L'analyse caractère par caractère

Elle consiste à calculer pour chaque caractère le pourcentage (proportion) des phénotypes des descendants.

➲ L'explication littérale des ségrégations

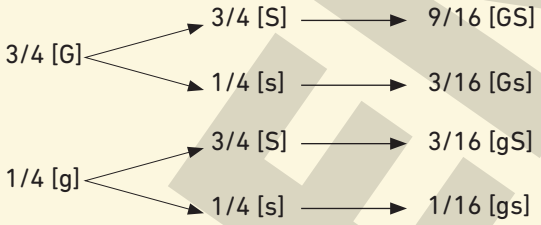
Lorsque la descendance est homogène, on conclut que les parents croisés sont de race pure ou de lignée pure et donc homozygotes. Le phénotype qui apparaît dans la descendance est dominant et le phénotype masqué est récessif.
Lorsque la descendance est hétérogène avec une ségrégation 1/2 ; 1/2, on conclut qu'il s'agit d'un test-cross ou d'un croisement entre un hétérozygote et un homozygote récessif.

➢ Le choix des symboles

Dans le cas d'une dominance complète, la première lettre du phénotype récessif est utilisée en majuscule, si dans l'énoncé, on ne précise ni souche sauvage, ni souche mutante pour le phénotype dominant et en minuscule pour le phénotype récessif. Cependant, s'il est précisé, dans l'énoncé, les termes souche sauvage et souche mutante, la première lettre du phénotype récessif est utilisée en minuscule affectée du signe (+) pour le phénotype dominant.
Exemple : le croisement entre une drosophile sauvage à yeux rouges et une drosophile mutante à yeux blancs donne des drosophiles à yeux rouges. Le couple d'allèle est b^+/b, car le phénotype blanc est récessif, et le phénotype rouge est dominant.

- L'étude simultanée de deux caractères par la méthode du système branché : elle consiste à multiplier les proportions obtenues entre elles.

Exemple de la méthode du système branché



➢ Le test de l'hypothèse de gènes indépendants

il consiste à comparer, dans un tableau, les effectifs observés dans la descendance aux effectifs théoriques attendus, calculés à partir de la ségrégation obtenue par le système branché.

Les pourcentages théoriques attendus dans le cas de gènes indépendants sont :

- ✓ la ségrégation 9/16 ; 3/16 ; 3/16 ; 1/16 correspondant aux pourcentages 56,25% ; 18,75% ; 18,75% ; 6,25% ;
- ✓ la ségrégation 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; 1/4 correspondant aux pourcentages 25% ; 25% ; 25% ; 25% ;
- ✓ la ségrégation 3/8 ; 3/8 ; 1/8 ; 1/8 correspondant aux pourcentages 37,5% ; 37,5% ; 12,5% ; 12,5%.

Lorsque les effectifs théoriques attendus dans le cas de gènes indépendants sont identiques ou voisins des effectifs observés, les deux gènes qui gouvernent les deux caractères sont indépendants, c'est-à-dire qu'ils sont portés par la même paire de chromosomes. Cependant, si les effectifs théoriques attendus dans le cas de gènes indépendants sont différents des effectifs observés, les deux gènes qui gouvernent les deux caractères sont liés, c'est-à-dire qu'ils sont portés par des paires de chromosomes différents.

SPECIMEN

➲ La vérification ou l'interprétation chromosomique des ségrégations

Elle se fait en :

- écrivant les phénotypes des parents croisés, les génotypes des parents croisés, les gamètes produits à la méiose par chaque parent croisé et leur proportion ;

Dans le cas de gènes indépendants, les gènes sont placés sur deux barres différentes correspondant aux portions de chromosomes différents, pour les génotypes.

✓ Les individus double homozygotes produisent à la méiose un seul type de gamètes dans la proportion 1 correspondant à 100%.

✓ Les individus double hétérozygotes produisent à la méiose 4 types de gamètes dans les proportions 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; 1/4 correspondant aux pourcentages 25% ; 25% ; 25% ; 25%.

✓ Les individus hétérozygotes pour un caractère et homozygotes pour l'autre produisent à la méiose 2 types de gamètes dans les proportions 3/4 ; 1/4 et 1/2 ; 1/2 correspondant aux pourcentages 75.

- établissant l'échiquier de croisement qui est un tableau dans lequel sont consignés les gamètes des parents croisés et leur proportion, les génotypes des descendants, les phénotypes des descendants et leur proportion.

➲ **La conclusion** se fait en comparant les résultats théoriques aux résultats expérimentaux.

Si les résultats théoriques sont conformes ou identiques aux résultats expérimentaux, les gènes sont indépendants. Par contre, si les résultats théoriques sont différents des résultats expérimentaux, les gènes sont liés.

Le point de l'activité

➲ Analyse des résultats

Il s'agit de la transmission simultanée de deux caractères héréditaires chez le manioc :

- le caractère taille des tubercules qui s'exprime sous deux phénotypes : gros et petit ;

- le caractère comportement des tubercules face au pourrissement qui s'exprime sous deux phénotypes : résistant et sensible.

Premier croisement

Les individus croisés sont de phénotypes différents mais leur descendance est homogène.

Deuxième croisement

La F2 est hétérogène alors que les individus croisés ont le même phénotype.

➢ Analyse caractère par caractère

• Caractère comportement des tubercules face au pourrissement

$$\text{Résistant} : \frac{7290 + 2432}{12962} \times 100 = 75\% \Rightarrow 3/4$$

$$\text{Sensible} : \frac{2431 + 809}{12962} \times 100 = 25\% \Rightarrow 1/4$$

Le caractère comportement des tubercules face au pourrissement présente une ségrégation 3/4, 1/4 au niveau des phénotypes.

SPÉCIMEN

• Caractère taille des tubercules

Gros : $\frac{2431 + 809}{12962} \times 100 = 25\% \Rightarrow 1/4$

Petit : $\frac{7290 + 2432}{12962} \times 100 = 75\% \Rightarrow 3/4$

Le caractère taille des tubercules présente une ségrégation 3/4, 1/4, au niveau des phénotypes.

➲ Interprétation littérale des résultats

Premier croisement

La F1 est homogène : les parents croisés sont homozygotes pour les deux caractères ou de lignée pure. Les phénotypes petit et résistant qui apparaissent à la F1 sont dominants. Les phénotypes gros et sensible sont récessifs.

Choix des symboles : Petit G Gros g
Résistant S Sensible s

Phénotypes Petit [G] Gros [g]
Résistant [S] Sensible [s]

Deuxième croisement

La ségrégation 3/4, 1/4 obtenue pour le caractère taille des tubercules indique que:
- le caractère taille des tubercules est gouverné par un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- les individus croisés sont hétérozygotes ;
- le phénotype petit qui s'exprime dans les proportions 3/4 est dominant ;
- le phénotype gros qui s'exprime dans les proportions 1/4 est récessif.

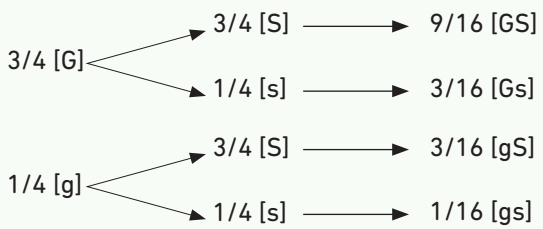
Le couple d'allèles est G/g
Génotypes des individus croisés $\frac{G}{g} \times \frac{G}{g}$

La ségrégation 3/4, 1/4 obtenue pour le caractère comportement des tubercules indique que :
- le caractère comportement des tubercules face au pourrissement est gouverné par un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- les individus croisés sont hétérozygotes ;
- le phénotype résistant qui s'exprime dans les proportions 3/4 est dominant ;
- le phénotype sensible qui s'exprime dans les proportions 1/4 est récessif.

Le couple d'allèles est S/s
Génotypes des individus croisés $\frac{S}{s} \times \frac{S}{s}$

SPECIMEN

➢ Étude simultanée de deux caractères par la méthode du système branché



Test de l'hypothèse de gènes indépendants

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse de gènes indépendants	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[GS]	7290	9/16	$\frac{12962 \times 9}{16} = 7291{,}12$
[Gs]	2431	3/16	$\frac{12962 \times 3}{16} = 2430{,}37$
[gS]	2432	3/16	$\frac{12962 \times 3}{16} = 2430{,}37$
[gs]	809	1/16	$\frac{12962 \times 1}{16} = 810{,}12$

Les effectifs théoriques attendus dans le cas de gènes indépendants, au plan statistique, sont identiques aux effectifs observés. Les gènes sont donc indépendants ou portés par des paires de chromosomes différents.

➲ Vérification : interprétation chromosomique des résultats des deux croisements

Premier croisement

Phénotypes des individus croisés [GS] x [gs]

Génotypes des individus croisés $\frac{G}{G}\,\frac{S}{S}$ $\frac{g}{g}\,\frac{s}{s}$

Gamètes 100% G S 100% g s

F1 100% $\frac{G}{g}\,\frac{S}{s}$ [GS]

SPÉCIMEN

Deuxième croisement

Phénotypes des individus croisés [G S] x [G S]

Génotypes des individus croisés $\frac{G}{g}\ \frac{S}{s}$ $\frac{G}{g}\ \frac{S}{s}$

Gamètes : chaque parent produit quatre types de gamètes

1/4 $\frac{G}{}\ \frac{S}{}$; 1/4 $\frac{G}{}\ \frac{s}{}$; 1/4 $\frac{g}{}\ \frac{S}{}$; 1/4 $\frac{g}{}\ \frac{s}{}$

Échiquier de croisement

♀P 1 / ♂ P2	1/4 $\frac{G}{}\ \frac{S}{}$	1/4 $\frac{G}{}\ \frac{s}{}$	1/4 $\frac{g}{}\ \frac{S}{}$	1/4 $\frac{g}{}\ \frac{s}{}$
$\frac{G}{}\ \frac{S}{}$	1/16 $\frac{G\ S}{G\ S}$ [G S]	1/16 $\frac{G\ s}{G\ S}$ [G S]	1/16 $\frac{g\ S}{G\ S}$ [G S]	1/16 $\frac{g\ s}{G\ S}$ [G S]
1/4 $\frac{G}{G}\ \frac{s}{s}$	1/16 $\frac{G\ S}{G\ s}$ [G S]	1/16 $\frac{G\ s}{G\ s}$ [G s]	1/16 $\frac{g\ S}{G\ s}$ [G S]	1/16 $\frac{g\ s}{G\ s}$ [G s]
1/4 $\frac{g}{g}\ \frac{S}{S}$	1/16 $\frac{G\ S}{g\ S}$ [G S]	1/16 $\frac{G\ s}{g\ S}$ [G S]	1/16 $\frac{g\ S}{g\ S}$ [g S]	1/16 $\frac{g\ s}{g\ S}$ [g S]
1/4 $\frac{g}{}\ \frac{s}{}$	1/16 $\frac{G\ S}{g\ s}$ [G S]	1/16 $\frac{G\ s}{g\ s}$ [G s]	1/16 $\frac{g\ S}{g\ s}$ [g S]	1/16 $\frac{g\ s}{g\ s}$ [g s]

Conclusion : les résultats théoriques sont conformes aux résultats expérimentaux, les gènes sont donc indépendants.

Vérifie tes acquis

Les étapes de la méthodologie de la résolution d'un exercice se rapportant au dihybridisme te sont proposées dans le désordre.

A- Déduction de gènes indépendants ou liés ;
B- Échiquier de croisement suivi du bilan et de la conclusion ;
C- Système branché ;
D- Choix des symboles et écriture des couples d'allèles.
E- Analyse caractère par caractère ou calcul des proportions des phénotypes pour chaque caractère ;
F- Identification à partir des ségrégations, si possible, des phénotypes dominant et récessif ;
G- Gamètes produits par chaque parent et leur proportion ou pourcentage ;
H- Interprétation chromosomique ou vérification de l'indépendance ou de la liaison des gènes ;
I- Écriture des phénotypes et des génotypes des parents croisés ;
J- Identification des deux caractères étudiés dans le croisement ;
K- Hypothèse de l'indépendance des gènes.

Range-les dans l'ordre logique de la résolution d'un exercice de génétique se rapportant au dihybridisme, en utilisant les lettres.

SPECIMEN

LA TRANSMISSION DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES AUX GÈNES LIÉS CHEZ LA DROSOPHILE

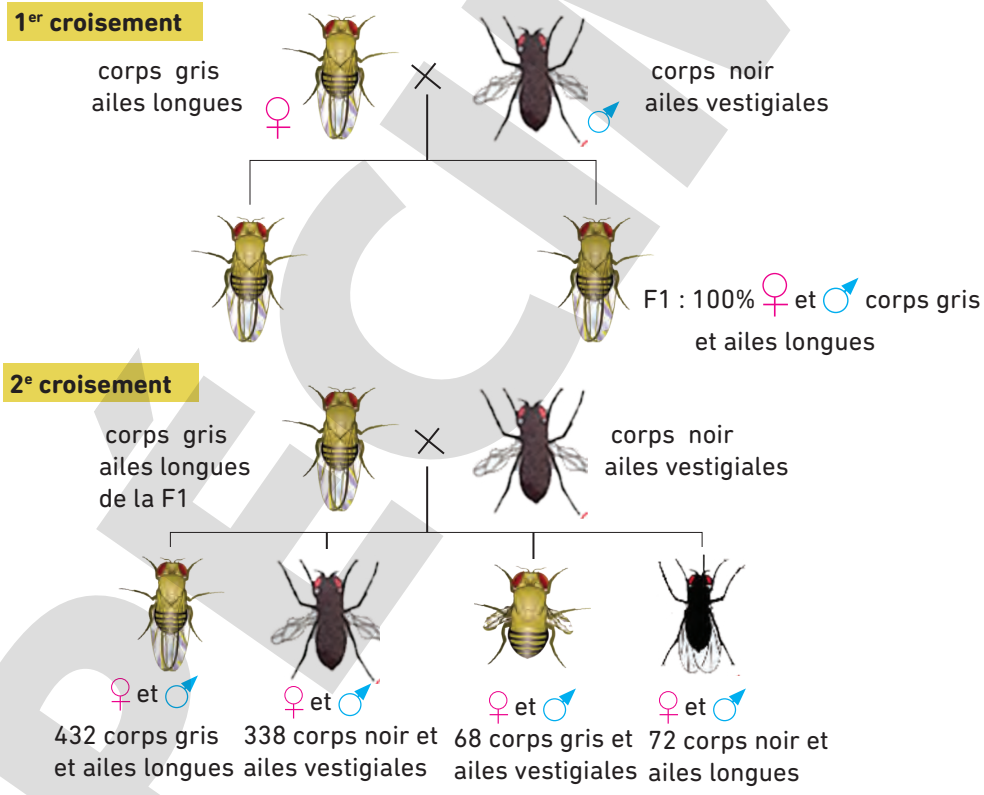
Activité 1

- *Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la transmission de deux caractères héréditaires aux gènes liés.*
- *Décris le protocole expérimental.*
- *Relève les résultats de l'expérience.*

Le point de l'activité

En vue de de déterminer le mode de transmission de deux caractères héréditaires, des expériences sont réalisées par des chercheurs chez les drosophiles.

Les expériences et leurs résultats sont représentés par de document.



Document

Activité 2

- *Analyse les résultats des croisements.*
- *Interprète-les.*
- *Déduis le mode de transmission de deux caractères étudiés.*

SPECIMEN

MÉTHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES RÉSULTATS D'UN HYBRIDISME À GÈNES LIÉS

Pour traiter les résultats de croisements entre des êtres vivants dans le cas d'un dihybridisme à gène liés, on utilise la même mythologie que celle du traitement des résultats d'un dihybridisme aux gènes indépendants. Après l'hypothèse de gènes indépendants, si les effectifs théoriques attendus sont différents des effectifs observés, les gènes sont liés.

La vérification ne peut se faire entièrement que dans le cas d'un test-cross (croisement entre un double homozygote récessif et un individu dont le génotype n'est pas connu). Dans les autres cas, les génotypes des parents croisés peuvent être écrits.

Avant d'écrire les génotypes des doubles hétérozygotes, les pourcentages théoriques du double homozygote sont comparés aux pourcentages observés.

Si le pourcentage observé du double homozygote récessif est inférieur au pourcentage théorique les allèles sont en position trans, le gamète double dominant et le gamète double récessif sont des gamètes recombinés.

Exemple de génotypes hybrides $\frac{n^+}{+}\ \frac{v}{+}$

Où les allèles sont en position cis $\frac{+}{n}\ \frac{+}{v}$

Si le pourcentage observé du double homozygote récessif est supérieur au pourcentage théorique, les allèles sont en position cis, le gamète double dominant et le gamète double récessif sont des gamètes recombinés.

Exemple de génotypes hybrides $\frac{n^+}{+}\ \frac{v^+}{+}$

où les allèles sont en position cis $\frac{+}{n}\ \frac{+}{v}$

Chez la drosophile ou mouche du vinaigre, la femelle produit à la méiose II quatre types de gamètes dont deux parentaux et deux recombinés.

Chez le mâle double hétérozygote de la drosophile, il n'y a jamais de crossing-over. Il produit alors deux types gamètes dont deux parentaux et deux recombinés.

La descendance d'un test-cross reflète en qualité et en quantité les gamètes fournis par le double hétérozygote

Les phénotypes minoritaires (par rapport au cas d'indépendance) reflètent les gamètes recombinés alors que les phénotypes majoritaires reflètent les gamètes parentaux.

La distance génétique est de la distance qui sépare deux gènes sur le chromosome.

Dans le cas d'un test-cross, elle se calcule en faisant la somme des pourcentages des recombinés (phénotypes minoritaires) et s'exprime en Unité de Recombinaison (UR) ou en Centimorgan (CM).

Dans un cas différent du test-cross, pour calculer la distance génétique, il faut s'intéresser toujours à l'individu double récessif. L'équation suivante est posée :

Fréquence observée du double récessif = fréquence théorique du double récessif

Soit p la fréquence de recombinaison

Les gamètes parentaux ont la même fréquence : $\frac{1-P}{2}$

Les gamètes recombinés ont la même

fréquence : $\frac{P}{2}$

SPÉCIMEN

Le point de l'activité

➲ Analyse des résultats

Il s'agit de la transmission simultanée de deux caractères héréditaires chez la drosophile :
- le caractère aspect des ailes qui s'exprime sous deux phénotypes : long et vestigial
- le caractère couleur du corps qui s'exprime sous deux phénotypes : gris et noir

Premier croisement

Les individus croisés sont de phénotypes différents mais leur descendance est homogène.

Deuxième croisement

Le croisement entre une drosophile femelle de la F1 et un mâle à corps noir et ailes vestigiales donne une descendance hétérogène.

➢ Analyse caractère par caractère

- Caractère couleur du corps

Gris : $\frac{432 + 68}{910} \times 100 = 54{,}94\% \Rightarrow 1/2$

Noir : $\frac{338 + 72}{910} \times 100 = 45{,}05\ \% \Rightarrow 1/2$

Le caractère couleur du corps présente une ségrégation 1/2, 1/2 au niveau des phénotypes.

- Caractère aspect des ailes

Long : $\frac{432 + 72}{910} \times 100 = 55{,}38\ \% \Rightarrow 1/2$

Vestigial : $\frac{338 + 68}{910} \times 100 = 44{,}61\ \% \Rightarrow 1/2$

Le caractère taille des ailes présente une ségrégation 1/2, 1/2 au niveau des phénotypes.

➲ Interprétation littérale des résultats

Premier croisement

La F1 est homogène : les parents croisés sont homozygotes pour les deux caractères ou de lignée pure. Les phénotypes gris et long qui apparaissent à la F1 sont dominants. Les phénotypes noir et vestigial sont récessifs.

Choix des symboles : Gris n+ Noir n
Long vg+ Vestigial vg

Phénotypes Gris [n^+] Noir [n]
Long [vg^+] Vestigial [vg]

SPÉCIMEN

Deuxième croisement

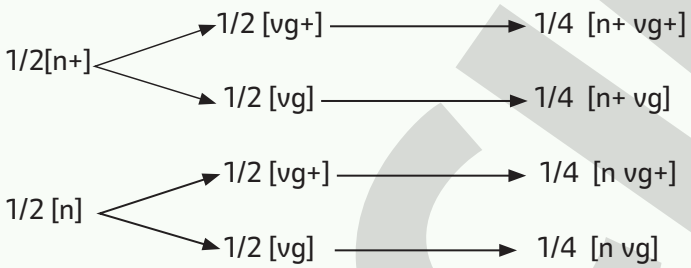
La ségrégation 1/2, 1/2 obtenue pour le caractère couleur du corps indique que:
le caractère couleur du corps est gouverné par un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- les individus croisés sont l'un hétérozygote et l'autre homozygote récessif (test-cross).

Le couple d'allèles est n^+/n
Génotypes des individus croisés $\frac{n^+}{n}$ $\frac{n}{n}$

La ségrégation 1/2, 1/2 obtenue pour le caractère aspect des ailes indique que :
- le caractère aspect des ailes est gouverné par un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- les individus croisés sont l'un hétérozygote et l'autre homozygote récessif (test-cross).

Le couple d'allèles est vg^+/vg
Génotypes des individus croisés $\frac{vg^+}{vg}$ $\frac{vg}{vg}$

➢ **Étude simultanée de deux caractères par la méthode du système branché**



Test de l'hypothèse de gènes indépendants

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse de gènes indépendants	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[n+ vg+]	432	1/4	$\frac{910 \times 1}{4} = 227,5$
[n+ vg]	68	1/4	$\frac{910 \times 1}{4} = 227,5$
[n vg+]	72	1/4	$\frac{910 \times 1}{4} = 227,5$
[n vg]	338	1/4	$\frac{910 \times 1}{4} = 227,5$
Total	910		

SPÉCIMEN

Les effectifs théoriques attendus dans le cas de gènes indépendants, au plan statistique, sont différents des effectifs observés. Les gènes sont donc liés ou portés par la même paire de chromosomes.

➲ Vérification : interprétation chromosomique des résultats des deux croisements

Premier croisement

Phénotypes des individus croisés [n^+ vg^+] x [n vg]

Génotypes des individus croisés $\frac{n^+\ vg^+}{n^+\ vg^+}$ $\frac{n\ vg}{n\ vg}$

Gamètes 100% $\frac{n^+\ vg^+}{}$ 100% $\frac{n\ vg}{}$

F1 100% $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$ [n^+ vg^+]

Deuxième croisement

Phénotypes des individus croisés [n^+ vg^+] x [n vg]

Étant donné que $\frac{n\ vg}{}$ est un gamète parental, l'individu double hétérozygote ne peut qu'avoir un seul génotype qui est le suivant : $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$

Les allèles sont donc en position cis

Génotypes des individus croisés $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$ x $\frac{n\ vg}{n\ vg}$

Gamètes produits

[n^+ vg^+] (432) › 227,5 est majoritaire donc $\frac{n^+\ vg^+}{}$ est un gamète parental

[n vg] (338) › 227,5 est majoritaire donc $\frac{n\ vg}{}$ est un gamète parental

[n^+ vg] (68) ‹ 227,5 est minoritaire donc $\frac{n^+\ vg}{}$ est un gamète recombiné

[n vg^+] (72) ‹ 227,5 est minoritaire donc $\frac{n\ vg^+}{}$ est un gamète recombiné

Le parent homozygote récessif produit un seul type de gamète: 100% $\frac{n\ vg}{}$

Le parent double hétérozygote produit quatre types de gamètes dans les proportions :

47,47% $\frac{n^+\ vg^+}{}$; 7,47% $\frac{n^+\ vg}{}$; 7,91% $\frac{n^+\ vg^+}{}$; 37,14% $\frac{n\ vg}{}$.

SPÉCIMEN

Échiquier de croisement

♂ \ ♀	47,47% $\frac{n^+}{}$ $\frac{vg^+}{}$	7,47% $\frac{n^+}{}$ $\frac{vg}{}$	7,91% $\frac{n^+}{}$ $\frac{vg^+}{}$	37,14% $\frac{n}{}$ $\frac{vg}{}$
100% $\frac{n}{}$ $\frac{vg}{}$	47,47% $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$ [n^+ vg^+]	7,47% $\frac{n^+\ vg}{n\ vg}$ [n^+ vg]	7,91% $\frac{n\ vg^+}{n\ vg}$ [n vg^+]	37,14% $\frac{n\ vg}{n\ vg}$ [n vg]

Bilan : 47,47% [n^+ vg^+]
7,47% [n^+ vg]
7,91% [n vg^+]
37,14% [n vg]

Calcul de la distance génétique

La distance génétique se calcule en calculant le pourcentage de phénotypes

$\frac{68+72}{910}$ x 100 = 15% de recombinaison ou 15 CM ou 15 UR

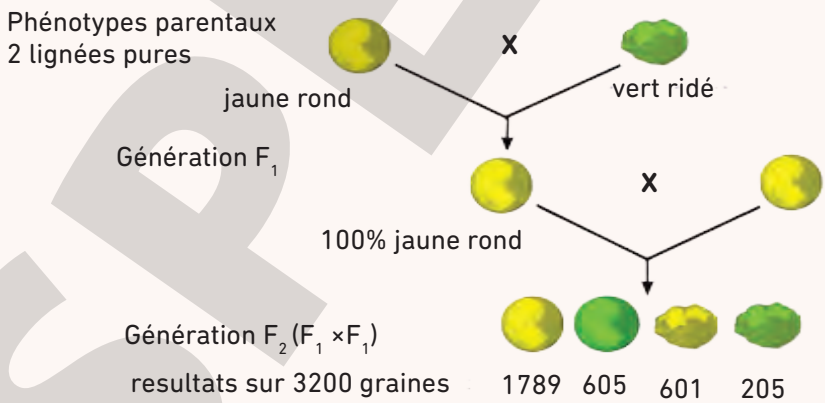
Carte factorielle

Échelle :
1cm ⟶ 2 UR

Cacrte factorielle

Utilise tes acquis

À deux semaines de l'examen du Baccalauréat, vous vous retrouvez à l'école pour préparer cet examen. Une élève d'une classe de terminale D de ton établissement te présente des croisements génétiques réalisés chez le pois et leurs résultats, représentés par le document ci-dessous.



SPECIMEN

Tu décides de l'aider à déterminer le mode de transmission des deux caractères héréditaires chez la drosophile.

1- Analyse les résultats des croisements.

2- Interprète-les

3- Déduis le mode de transmission des caractères étudiés.

Retiens l'essentiel

Pour étudier les lois qui régissent la transmission de deux caractères héréditaires ou dihybridisme, on réalise des croisements. On relève les deux caractères concernés puis on fait l'analyse caractère par caractère. Si dans l'étude caractère par caractère, le calcul des proportions des phénotypes aboutit à la ségrégation 3/4 ; 1/4 au niveau des phénotypes, on conclut que le caractère étudié est gouverné par un couple d'allèles avec dominance complète les deux parents croisés sont hétérozygotes, le phénotype qui s'exprime dans la fréquence 3/4 est dominant et le phénotype qui s'exprime dans la fréquence 1/4 est récessif. Par contre, si le calcul des proportions des phénotypes aboutit à la ségrégation 1/2, 1/2, au niveau des phénotypes, on conclut que le caractère étudié est gouverné par un couple d'allèles et les deux parents croisés sont l'un hétérozygote et l'autre homozygote récessif (test-cross). On fait le choix des symboles et on écrit les génotypes des parents croisés pour chaque caractère. L'analyse caractère par caractère est suivie de la recherche de ségrégation et par le test de l'hypothèse d'indépendance des gènes. Dans ce test, on compare les effectifs théoriques attendus aux effectifs observés lors du croisement. Quand ces deux effectifs sont égaux ou proches, les deux gènes qui gouvernent les deux caractères étudiés sont dits indépendants. Par contre, si les effectifs théoriques attendus et les effectifs observés sont différents, les deux gènes sont dits liés.

Dans ce cas, il se produira chez l'individu double hétérozygote, le phénomène de crossing-over qui entrainera la formation de quatre gamètes dont deux gamètes recombinés et deux gamètes parentaux. Dans le cas des gènes liés, lorsque la fréquence du double récessif est supérieure à celle théoriquement attendue dans le cas de l'indépendance des gènes, on conclut que les allèles sont en position cis. Par contre, lorsque la fréquence du double récessif est inférieure à celle théoriquement attendue dans le cas de l'indépendance des gènes, on conclut que les allèles sont en position trans. Chez le mâle de la drosophile, il ne se produit pas le crossing-over. Dans ce cas, le mâle hétérozygote de la drosophile produit deux types de gamètes dans les proportions 1/2; 1/2.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives à la liaison ou à l'indépendance des gènes qui gouvernent deux caractères héréditaires.

A- Lorsque le croisement entre deux hétérozygotes donne à la descendance des phénotypes qui apparaissent dans les proportions 9/16 ; 3/16 ; 3/16 ; 1/16, on conclut que les gènes sont indépendants.

B- Lorsqu'un test-cross donne à la descendance des phénotypes qui apparaissent dans les proportions 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; on conclut que les gènes sont liés.

C- Lorsque le croisement entre deux hétérozygotes donne à la descendance des phénotypes qui apparaissent dans les proportions 9/16 ; 3/16 ; 3/16 ; 1/16, on conclut que les gènes sont liés.

D- Lorsqu'un test-cross donne à la descendance des phénotypes qui apparaissent dans les proportions 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; on conclut que les gènes sont indépendants.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les lettres.

2 Un professeur demande à ses élèves d'interpréter les résultats du croisement suivant : « On croise un plant de maïs à grains noirs et lisses avec un plant de maïs à grains blancs et ridés. On obtient dans la descendance 100% de plants de maïs à grains noirs et lisses ». Des élèves donnent les réponses ci-dessous.

La descendance du croisement est homogène donc :

A- les parents croisés sont homozygotes ;

B- les phénotypes noirs et lisses sont dominants ;

C- les phénotypes blancs et ridés sont dominants ;

D- les phénotypes noirs et lisses sont récessifs ;

E- les phénotypes blancs et ridés sont récessifs ;

F- les parents croisés sont hétérozygotes.

Relève les lettres des réponses justes.

3 Le tableau ci-dessous présente des mots et groupesde mots en rapport avec le dihybridisme et leur signification.

Mots/groupes de mots	Significations
1- Gènes liés 2- Position cis 3- Distance génétique 4- Gènes indépendants 5- Position trans 6- Dihybridisme	a- Mode de transmission simultanée de deux caractères b- Gènes situés sur la même paire de chromosomes c- Pourcentage des gamètes recombinés en unité de recombinaison d- Un allèle dominant et un allèle récessif sur chacun des chromosomes homologues e- Gènes situés sur deux paires différentes de chromosomes f - Deux allèles dominants et deux allèles récessifs sur chacun les chromosomes homologues

Relie chaque terme ou expression à sa signification.

4 Les étapes de la résolution des exercices de dihybridisme te sont présentées, ci-dessous, dans le désordre.

1- Recherche de ségrégation
2- Établissement du bilan
3- Analyse caractère par caractère
4- Test de l'hypothèse d'indépendance
5- Interprétation littérale
6- Écriture des phénotypes et des génotypes des parents croisés
7- Construction de l'échiquier de croisement
8- Interprétation chromosomique
8- Identification des gamètes produits et leur proportion

Range-les dans l'ordre logique de la résolution d'un exercice de dihybridisme, en utilisant les chiffres.

SPECIMEN

5 Le texte ci-dessous se rapporte à l'étude caractère par caractère dans le cas d'un dihybridisme.

Pour étudier les lois qui régissent la transmission simultanée de deux caractères héréditaires, des croisements sont effectués. Les deux caractères concernés sont relevés puis .....**1**..... est faite. Dans l'étude caractère par caractère, le .....**2**..... des phénotypes peut aboutir à la .....**3**..... au niveau des phénotypes. Dans ce cas, cela permet de dire que le caractère étudié est gouverné par un couple d'allèles avec.....**4**..... ; les deux parents croisés sont.....**5**..... et le phénotype qui s'exprime dans la fréquence 3/4 est.....**6**..... et le phénotype qui s'exprime dans la.....**7**..... est récessif. Par contre, si le calcul des proportions des phénotypes aboutit à la ségrégation 1/2, 1/2, au niveau des phénotypes, alors cela permet de dire que le croisement effectué est un .....**8**..... Le caractère étudié est gouverné par un .....**9**..... et les deux parents croisés sont l'un hétérozygote et l'autre.....**10**..... Le choix des symboles est fait par la suite. Ce qui permet d'écrire, pour chaque caractère, les.....**11**..... des parents croisés.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : test-cross ; ségrégation 3/4 - 1/4 ; hétérozygotes dominant ; fréquence 1/4 ; l'analyse ; couple d'allèles ; calcul des proportions ; génotypes : dominance complète ; homozygote récessif.

6 Le tableau ci-dessous présente les conditions de l'indépendance ou de la liaison des gènes, ainsi que la position des allèles en cas de gènes liés.

Conditions	Déductions
1- Effectifs théoriques attendus dans le cas de l'indépendance des gènes conformes ou proches des effectifs observés. 2- Pourcentage du double récessif supérieur à celui théoriquement attendu dans le cas de l'indépendance des gènes. 3- Effectifs théoriques attendus dans le cas de l'indépendance des gènes différents des effectifs observés. 4- Pourcentage du double récessif inférieur à celui théoriquement attendu dans le cas de l'indépendance des gènes.	a- Allèles en position trans b- Gènes indépendants c- Gènes liés d- Allèles en position cis

Associe à chaque condition à la déduction qui convient.

7 Les séries de propositions ci-dessous sont relatives à quelques règles du dihybridisme.

1- Les phénotypes des individus issus d'un test-cross reflètent :

a- en quantité et en qualité les génotypes des gamètes fournis par le double hétérozygote ;
b- uniquement en qualité les génotypes des gamètes fournis par le double hétérozygote ;
c- uniquement en quantité les génotypes des gamètes fournis par le double hétérozygote ;
d- en quantité et en qualité les génotypes des gamètes fournis par le double homozygote récessif.

2- Dans un dihybridisme :

a- la descendance d'un test-cross permet de savoir si les gènes sont liés ou indépendants ;
b- la F1 permet de savoir si les gènes sont liés ou indépendants ;
c- l'étude caractère par caractère permet de savoir si les gènes sont liés ou indépendants ;
d- toutes les descendances permettent de savoir si les gènes sont liés ou indépendants.

SPECIMEN

3- Dans le cas d'un dihybridisme à gènes indépendants, mais où un caractère présente une codominance, on obtient en F2 :

a- 6 phénotypes dans les proportions 3-6-3-2-1-1 ;

b- 4 phénotypes dans les proportions 1-1-1-1 ;

c- 4 phénotypes dans les proportions 9-3-3-1 ;

d- 6 phénotypes dans les proportions 1-1-1-1-1-1.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à l'étude simultanée de deux caractères.

L'analyse caractère par caractère est suivie de la .....**1**.... recherche de ségrégation et du test de l'hypothèse d'indépendance des gènes. Dans ce test, les effectifs .....**2**.... théoriques attendus sont comparés aux effectifs .....**3**.... observés à la descendance du croisement. Quand ces deux effectifs sont statistiquement identiques, les deux gènes qui gouvernent les deux caractères étudiés sont dits .....**4**.... indépendants. Par contre, si les effectifs théoriques attendus et les effectifs observés sont différents, les deux gènes sont dits .....**5**.... liés.

Dans ce cas, il se produira chez l'individu double hétérozygote, le phénomène de .....**6**.... crossing-over qui entraînera la formation de quatre gamètes dont deux gamètes recombinés et deux gamètes parentaux. Dans le cas des gènes liés, lorsque la fréquence du double récessif est supérieure à celle théoriquement attendue dans le cas de l'indépendance des gènes, on conclut que les allèles sont en .....**7**... . Par contre, lorsque la fréquence du double récessif est inférieure à celle théoriquement attendue dans le cas de l'indépendance des gènes, on conclut que les allèles sont en .....**8**..... Le mâle de la drosophile, chez qui le crossing-over ne se produit pas, fournit .....**9**.... deux types de gamètes alors que la femelle double hétérozygote produit .....**10**..... quatre types de gamètes.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : deux ; indépendants ; position trans ; recherche de ségrégation ; observés ; quatre ; liés ; crossing-over ; théoriques attendus ; position cis.

SPÉCIMEN

1 Au cours de la préparation d'un devoir surveillé, un de tes camarades de classe effectue des recherches. Il trouve dans un livre, les résultats, ci-dessous, d'une autofécondation des plantes à fleurs rouges et à feuilles velues.

- 559 plantes à fleurs rouges et à feuilles velues
- 187 plantes à fleurs rouges et à feuilles glabres
- 188 plantes à fleurs blanches et à feuilles velues
- 63 plantes à fleurs blanches et à feuilles glabres

Éprouvant des difficultés à exploiter les résultats du croisement, il sollicite ton aide.

1- Analyse les résultats du croisement.

2- Interprète les résultats du croisement.

3- Montre que les gènes sont indépendants ou liés.

4- Écris le génotype des parents du croisement.

2 Après le cours sur le dihybridisme, tu décides d'approfondir tes connaissances. Tu découvres dans un manuel de génétique, au cours de tes recherches dans la bibliothèque de votre établissement, les résultats ci-dessous du croisement suivant : On croise deux races pures de drosophiles, l'une de type sauvage, aux ailes longues et aux yeux rouges et l'autre aux ailes vestigiales et aux yeux écarlates (mutation scarlett = sc) ; les hybrides obtenus, de phénotype sauvage, sont croisés entre eux et donnent la descendance suivante :

- 1800 mouches sauvages ;
- 599 aux ailes longues et yeux écarlates ;
- 602 aux ailes vestigiales et yeux rouges ;
- 199 aux ailes vestigiales et yeux écarlates.

Tu entreprends d'exploiter les résultats en répondant aux consignes ci-dessous:

1- Analyse les résultats du croisement.

2- Interprète les résultats du croisement.

3- Démontre que les gènes sont indépendants ou liés.

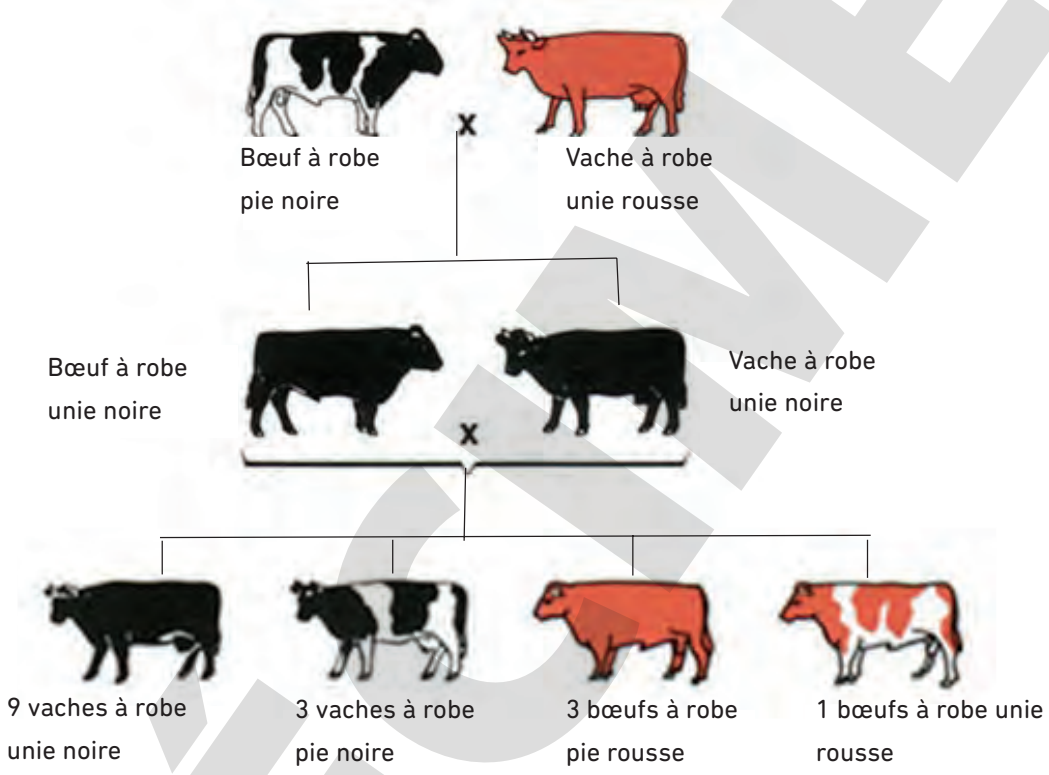
4- Justifie la position des allèles au niveau des génotypes des parents.

SPÉCIMEN

Ton binôme de travail prépare le devoir de niveau programmé par le Conseil d'enseignement. Il découvre dans un manuel de génétique l'exercice ci-dessous.

L'aspect de la robe du bœuf domestique « Bos taurus » peut être uni ou tacheté ("pie") et de couleur noire ou rousse. On croise un taureau pie noir de lignée pure avec une vache à la robe unie et rousse de lignée pure. Les bœufs de la F1 sont croisés entre eux.

Les croisements et leurs résultats sont représentés par le document ci-dessous.



Éprouvant des difficultés pour déterminer le mode de transmission des caractères étudié dans cet exercice, il sollicite ton aide.

1- **Détermine le mode de transmission des caractères aspect et couleur de la robe chez les bœufs domestiques « Bos taurus ».**

2- **Écris les génotypes et les phénotypes des parents et des descendants des deux croisements.**

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude la transmission de deux caractères héréditaires, chez les êtres vivants, permet de comprendre l'apparition de plusieurs caractères à la fois d'un parent chez les descendants d'un couple d'animaux ou de plantes croisées. Elle permet de créer de nouvelles races d'animaux ou de nouvelles variétés de plantes résistantes aux parasites et plus productrices de viande ou de lait chez les animaux d'élevage.

Le dihybridisme chez les oiseaux

Les bases génétiques du caractère barré des plumes qu'on retrouve par exemple chez la Braekel ou chez la race française Coucou de Rennes est liée au sexe. Ce plumage barré est composé de plumes présentant des bandes transversales foncées et claires bien nettes, régulières et de même largeur. Le locus (emplacement sur le chromosome) associé se trouve sur le chromosome sexuel (Z) chez le poulet et les oiseaux.

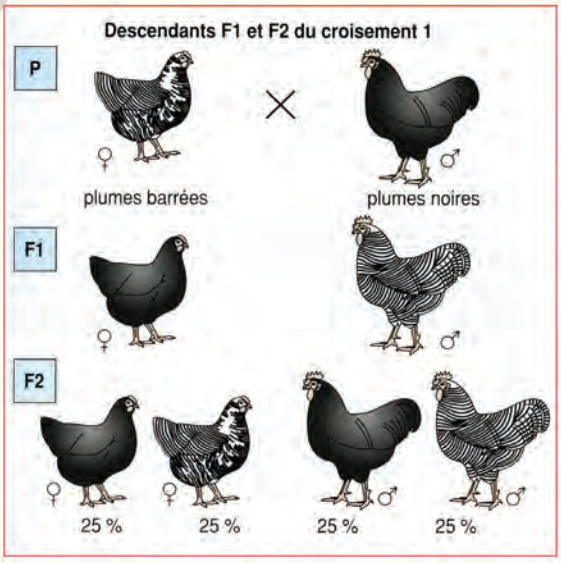
Une poule au plumage barré

La barrure liée au sexe est provoquée par deux mutations indépendantes du même gène qui agissent ensemble. Ces deux mutations affectent la fonction du gène CDKN2A, gène suppresseur de tumeurs, bien connu et associé au mélanome chez l'homme. On effectue deux croisements entre poules et coqs de lignées pures différant par la coloration de leur plumage : celui-ci est soit de couleur noire homogène, soit rayé noir et blanc, c'est-à-dire barré. Le phénotype plumage barré est dominant.

Croisement 1 : [poule à plumage barré] x [coq à plumage noir]

Croisement 2 : [poule à plumage noir] x [coq à plumage barré]

Les caractéristiques du plumage des descendants F1 et F2 sont représentées sur les dessins contre.



Premier croisement

Le génome de la poule est composé de 39 chromosomes (2n=78) dont 5 macro chromosomes, 33 micro chromosomes et un chromosome sexuel (système ZW de détermination sexuelle). Le coq a 2 chromosomes Z alors que la poule a un chromosome Z et un chromosome W (celui-ci est vide et n'a qu'un rôle sexuel.

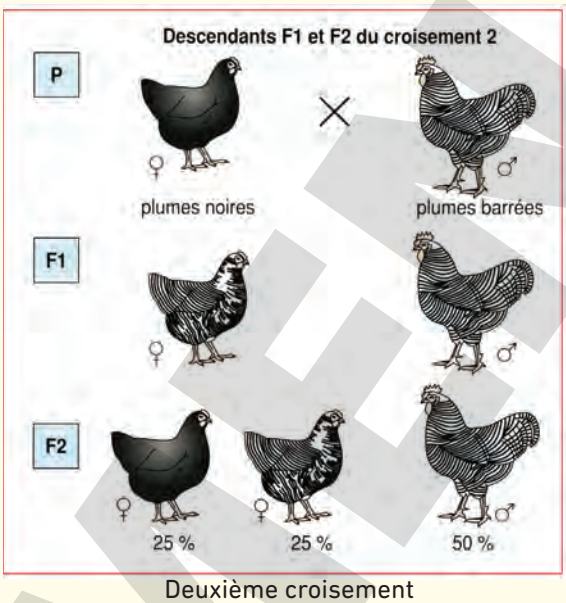
SPÉCIMEN

Le coq a 2 chromosomes Z alors que la poule a un chromosome Z et un chromosome W (celui-ci est vide et n'a qu'un rôle sexuel.

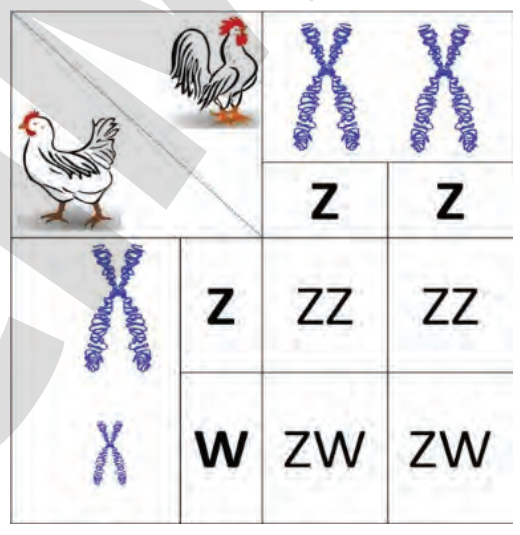
Le système ZW est celui qui détermine le sexe de certains insectes (par exemple les sauterelles et les papillons), oiseaux et certains reptiles (varan de Komodo) ainsi que certains crustacés (crevettes d'eau douce). Dans ce système, c'est l'ovule qui détermine le sexe de la progéniture au contraire du système XY et X0 où c'est le spermatozoïde. Dans ce système, les mâles sont homogamétiques (ZZ) et les femelles hétérogamétiques (ZW). Le chromosome Z est plus grand et possède plus de gènes que le chromosome W.

Question 1 : D'après les résultats obtenus en F1 pour les deux croisements, le gène de couleur du plumage peut-il être localisé sur un autosome ? Une hérédité liée au sexe où la femelle aurait deux chromosomes "X" et le mâle un chromosome "X" et un chromosome "Z" rend-elle compte de l'ensemble des résultats ?

Question 2 : Compte tenu de vos réponses précédentes, quelle répartition de chromosomes sexuels permettrait d'expliquer les phénotypes des animaux F1 et F2 pour chacun des croisements ? Schématisez l'interprétation chromosomique des résultats correspondant à cette hypothèse.



Deuxième croisement



Chromosomes sexuels

SPECIMEN

COMPÉTENCE 4

TRAITER UNE SITUATION RELATIVE À LA NUTRITION ET À LA SANTÉ

THÈME 1

LE MILIEU INTÉRIEUR

> Leçon : Le maintien de la constance du milieu intérieur

SPECIMEN

Leçon

LE MAINTIEN DE LA CONSTANCE DU MILIEU INTÉRIEUR

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- comparer les constituants du plasma sanguin à ceux de l'urine ;
- dégager le rôle du rein :
- expliquer le rôle du néphron et des reins dans le maintien de la constance du milieu intérieur ;
- schématiser la structure du rein et du néphron ;
- réaliser le schéma de synthèse de la régulation ;
- déduire les notions de : homéostasie, milieu intérieur.

Tes prérequis

L'urine est produite par les reins, deux organes en forme de haricots collés aux muscles dorsaux de l'abdomen.

Situation d'apprentissage

Un élève en classe de terminale D remarque que lorsqu'il boit beaucoup d'eau, il urine beaucoup et ses urines sont limpides. Par contre, lorsqu'il jeûne, il urine moins et ses urines sont de couleur jaunâtre.
Sollicité, son frère étudiant, l'informe que le rein est à l'origine. Soucieux de comprendre le fonctionnement des reins qui produisent des urines de colorations différentes, avec ses camarades de classe, ils décident d'identifier la structure des reins, de déterminer l'origine de l'urine, d'expliquer le mécanisme de production de l'urine ainsi que la régulation de quelques paramètres sanguins.

SPECIMEN

LA PRODUCTION DE L'URINE PAR LE REIN À PARTIR DU PLASMA

LES CONSTITUANTS DU PLASMA ET DE L'URINE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence des constituants du plasma et de l'urine.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer les rôles des reins dans le maintien de la constance du milieu intérieur, des expériences sont réalisées. Les constituants du plasma et de l'urine d'un Homme sain sont dosés au laboratoire à l'aide de techniques appropriées.

Les résultats des expériences sont consignés dans le tableau du document 1.

Constituants	Plasma (pour 1 L)	Urine (pour 1 L)
Eau	900g	950g
Sodium	7g	8 à 15g
Potassium	0,2g	2 à 3g
Sulfates	0,02g	2g
Phosphates	0,04g	2g
Protides	80g	0g
Lipides	6g	0g
Glucose	1g	0g
Urée	0,3g	20g
Acide urique	0,03g	0,6g
Ammoniaque	0,001g	0,5g
Créatinine	0,001g	1g
Acide hippurique	0g	0,6g

Document 1 : tableau comparatif des constituants du plasma et de l'urine

Activité 2

- ***Observe les données du tableau.***
- ***Compare les constituants du plasma à ceux de l'urine.***
- ***Tire une conclusion.***

SPÉCIMEN

Le point de l'activité

L'eau, les sels minéraux (chlorure de sodium, potassium, sulfates phosphates...) se retrouvent aussi bien dans le plasma que dans l'urine : ce sont des **substances communes** aux deux milieux. Par contre, les protides, les lipides et le glucose présents dans le plasma sont absents dans l'urine : ce sont des **substances spécifiques au plasma**. Quant à l'acide hippurique, absent dans le plasma, l'urée, l'acide urique, l'ammoniaque et la créatinine en quantité faible, ils se retrouvent dans l'urine en quantité relativement élevée : ce sont des **substances spécifiques à l'urine**.

Les protides, les lipides et le glucose, substances organiques qui sont de grosses molécules, ne traversent pas le filtre rénal d'où leur absence dans l'urine : les reins jouent le **rôle de barrière** pour ces constituants. La présence des constituants (eau et sels minéraux) dans les deux milieux montre que les reins jouent le **rôle de filtre sélectif** avec possibilité de concentration pour les substances tels que les chlorures les sulfates, les phosphates... La présence de certains constituants (ammoniaque, urée, créatinine), absents dans le plasma, signifie qu'ils sont sécrétés par les cellules des reins : les reins jouent alors le **rôle d'organes sécréteurs**.

Les reins éliminent les déchets de l'organisme à travers l'urine : les reins forment un **rôle excréteur.**

L'urine provient du plasma. Le maintien de la constance du milieu intérieur est assuré par les reins.

Le milieu intérieur est l'ensemble des liquides de l'organisme dans lesquels baignent les cellules vivantes. Le milieu intérieur est formé des liquides organiques (lymphe, sang, liquide céphalorachidien) et des liquides interstitiels qui irriguent les cellules.

L'**homéostasie** est le processus physiologique qui permet le maintien constant du milieu intérieur de l'organisme afin d'en assurer le bon fonctionnement.

Les reins élaborent l'urine à partir de certains éléments du plasma. Ils jouent le rôle de barrière, de filtre et de sécrétion.

Vérifie tes acquis

En réponse à la consigne « compare les constituants du plasma sanguin à ceux de l'urine », des élèves font les propositions ci-dessous.

A - Les macromolécules de protéines et de lipides présentes dans le plasma sont absentes dans l'urine.
B - L'ammoniaque et l'acide hippurique, présents dans le plasma, sont absents dans l'urine.
C - Les sels minéraux et l'eau sont présents aussi bien dans le plasma que dans l'urine.
D - Le glucose est toujours présent dans le plasma et dans l'urine.
E - L'ammoniaque et l'acide hippurique, présents dans l'urine, sont absents dans le plasma.

Relève les lettres correspondant aux propositions justes.

SPECIMEN

LA STRUCTURE DU REIN ET DU NÉPHRON

Activité 1

- *Observe des images ou visualise une vidéo relative à la structure du rein et du néphron.*
- *Relève les résultats de l'observation*

Le point de l'activité

Le rein coupé longitudinalement est observé à la loupe et au microscope, en vue d'identifier les constituants des reins et du néphron.

Les résultats de l'observation sont représentés par les schémas des documents 2 et 3.

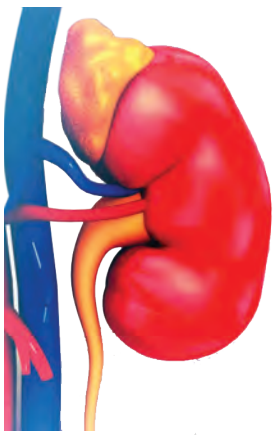


Figure 1 : rein humain

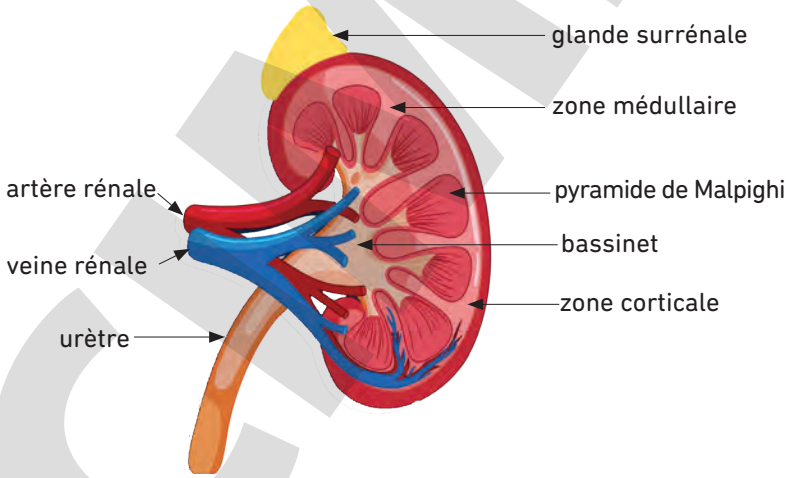
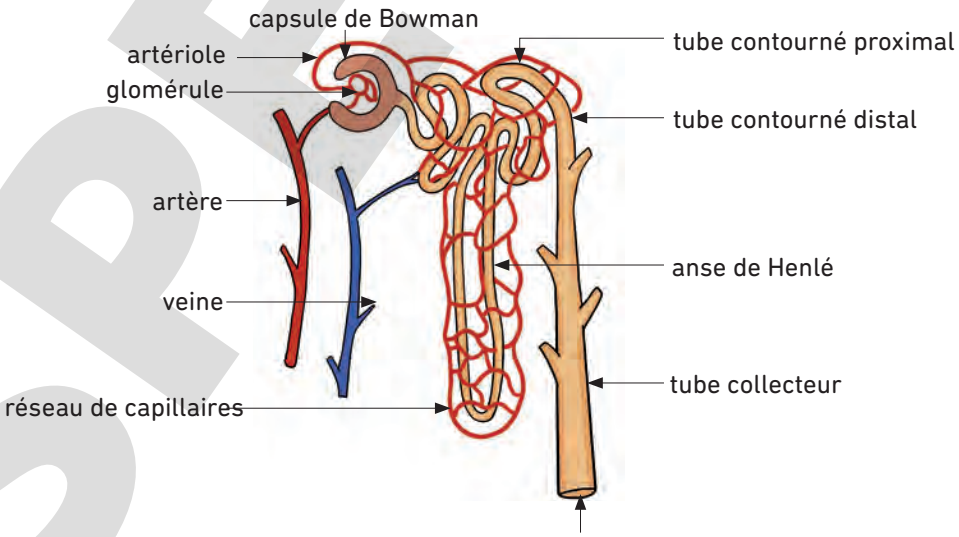


Figure 2 : schéma de la coupe longitudinale du rein

Document 2 : Structure du rein



Document 3 : un néphron vascularisé

SPÉCIMEN

Activité 2

- *Observe les schémas des document 1 et 2.*
- *Décris-les.*
- *Tire une conclusion.*

Le point de l'activité

Les reins sont deux organes en forme de haricot situés dans l'abdomen, accolés aux muscles dorsaux et maintenus en place contre le muscle situé à l'arrière de l'abdomen par une couche de tissu graisseux. Il est constitué d'une zone corticale recouverte d'un tissu fin et fibreux appelé le fascia de Gerota sous lequel se trouve une couche de graisse et d'une zone médullaire (médulla) centrale. Le bassinet est une cavité située au centre de chaque rein où l'urine s'accumule. L'artère rénale, la veine rénale et l'urètre entrent dans le rein par le hile (document 2).

Chez l'Homme et les mammifères, chaque rein est constitué de plusieurs unités fonctionnelles appelées **néphrons**. Chaque néphron est constitué d'une **capsule de Bowman** qui entoure le **glomérule** et se prolonge par un large tube sinueux, le tube contourné proximal, lequel débouche dans un tube grêle en U, appelé **anse de Henlé** prolongé à son tour par le tube contourné distal qui débouche dans un tube droit, le **tube collecteur de Bellini** sur lequel se branchent d'autres néphrons. Le glomérule, boule de capillaires sanguins issus de l'artériole afférente, permet la filtration du sang et la formation de l'urine primitive (document 3)

Le rein élabore l'urine grâce à sa structure particulière.

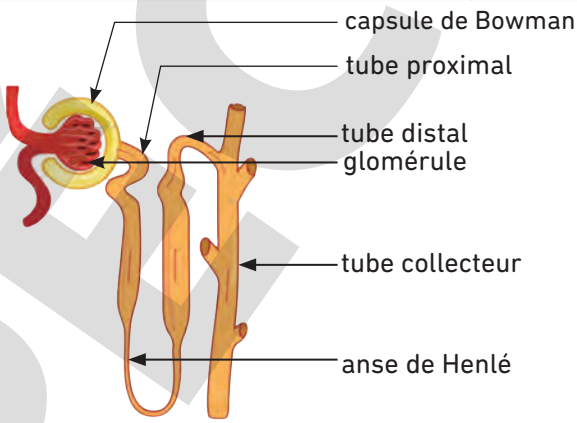
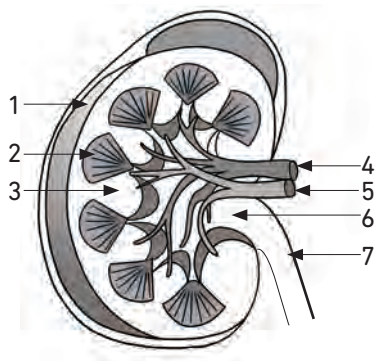


schéma de la structure du néphron

SPÉCIMEN

Vérifie tes acquis

Le schéma, les mots et groupes de mots ci-dessous se rapportent au rein.



a- pyramide de Malpighi ;
b- bassinet ;
c- zone médullaire ;
d- cortex ;
e- uretère ;
f- veine rénale ;
g- artère rénale.

Associe chaque chiffre du schéma au mot ou groupe de mots qui convient.

LE MÉCANISME D'ÉLABORATION DE L'URINE PAR LES REINS

LES CONSTITUANTS DES URINES PRIMITIVE ET DÉFINITIVE, ET LE RÔLE DU NÉPHRON

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative au mécanisme d'élaboration de l'urine par les néphrons du rein.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

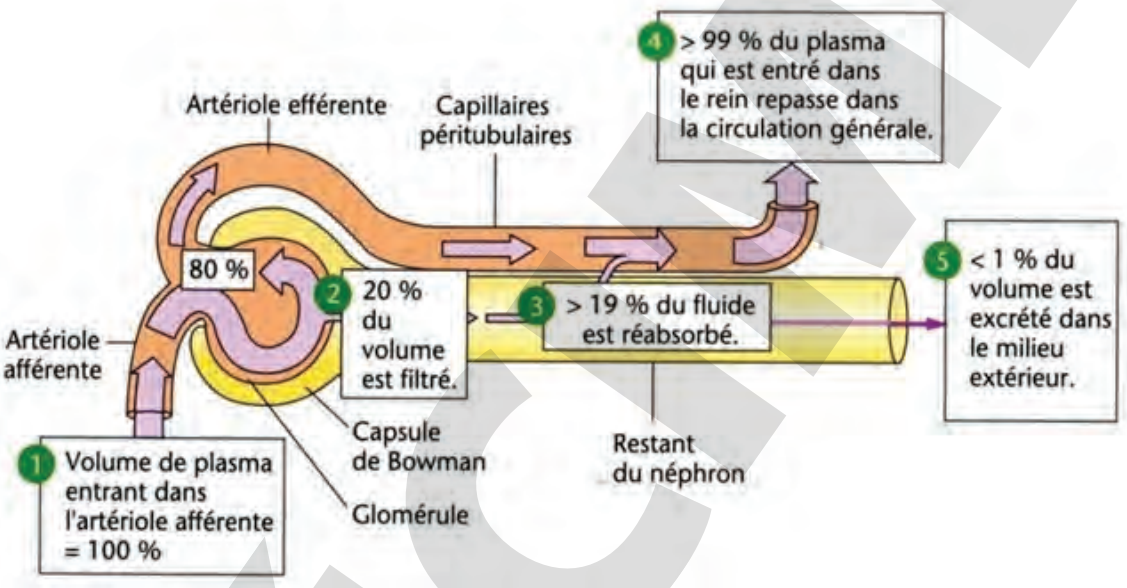
Dans le but de déterminer les fonctions du néphron, unité fonctionnelle du rein, des expériences sont réalisées et des observations sont faites au niveau du néphron.
Les substances du plasma sont dosées dans l'urine primitive au niveau du bassinet et dans l'urine définitive émise par un homme sain, puis les activités qui se déroulent dans le néphron sont observées au microscope.
Les résultats des expériences et des observations sont représentés respectivement par les documents 4 et 5.

Substances chimiques	Plasma (g)	Urine primitive (g)	180L Urine définitive (g)
Eau	180L	180L	1, 5L
Chlorure (Cl-)	650	650	7,5 à 22,5g
Sodium (Na+)	585	585	6,75
Potassium (K+)	36	36	2,25
Protéines	14400	0	0

SPECIMEN

Lipides	900	0	0
Glucose	180	180	0
Urée	54	54	30
Acide urique	5,4	5,4	0,9
Créatinine	1,8	1,8	1,8
Ammoniaque	0	0	75
Acide hippurique	0	0	0,3

Document 4 : tableau comparatif des constituants du plasma, de l'urine primitive et de l'urine définitive



Document 5 : schéma résumant les activités du néphron

Activité 2

- ***Observe les données du tableau et le schéma des document 4 et 5.***
- ***Compare les concentrations des substances chimiques du plasma à ceux des urines primitive et définitive.***
- ***Décris le schéma du document 5.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Les concentrations d'eau, de **sels minéraux** (chlorure, sodium, potassium), de **glucose**, d'urée et d'acide urique sont identiques dans le plasma et l'urine primitive mais elles sont faibles dans l'urine définitive ou nulle. Par contre, les concentrations des protéines et des lipides fortes dans le plasma sont nulles dans les urines primitive et définitive. Quant à l'**ammoniaque** et l'**acide hippurique**, absents dans le plasma et l'urine primitive, leurs concentrations sont élevées dans l'urine définitive.

SPÉCIMEN

Le néphron filtre le sang au niveau du glomérule pour produire l'urine primitive. Environ 20% du plasma quittent les capillaires sanguins par diffusion ou dialyse (transport passif) pour intégrer le néphron et devenir l'urine primitive de même composition chimique que le plasma, à l'exception des protéines et des lipides qui ne filtrent pas : c'est la **filtration glomérulaire**.

Au fur et à mesure de son passage dans le tubule du néphron, les substances de l'urine primitive sont réabsorbées à différents niveaux du tubule, d'une manière différentielle et sélective. Ainsi, 90% de l'eau est réabsorbé par osmose et tout le glucose filtré retourne dans le plasma (transport actif). Cependant, pour les sels minéraux, la réabsorption tubulaire est faible, d'où l'effet de leur concentration dans l'urine définitive ; c'est la **réabsorption tubulaire**.

Des substances comme l'urée, l'acide urique et la créatinine sont dites substances sans seuil, car elles se retrouvent toujours dans l'urine quelle que soit leur concentration dans le plasma. Par contre, le sodium et le glucose ne se retrouvent dans l'urine que lorsque leurs concentrations dans le plasma dépassent respectivement 5,6g/L et 1,8g/L : ce sont des substances à seuil.

Le néphron sécrète des substances comme l'ammoniaque et l'acide hippurique, absents dans le plasma et l'urine primitive, mais présents dans l'urine définitive : c'est la **sécrétion tubulaire** (document 5).

Les substances filtrées non réabsorbées et les substances sécrétées sont excrétées au niveau du tubule : c'est l'**élimination** ou **l'excrétion**. Le néphron joue quatre rôles : le rôle de filtre sélectif, le rôle de réabsorption, le rôle de sécrétion et le rôle d'élimination.

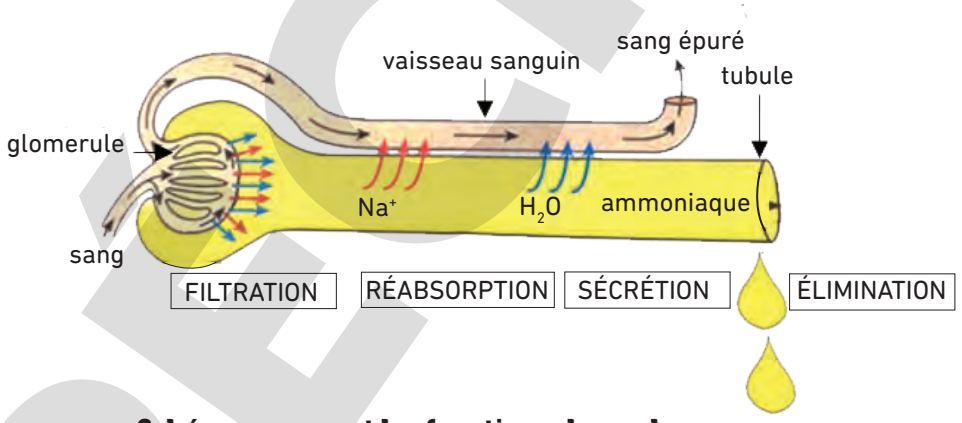
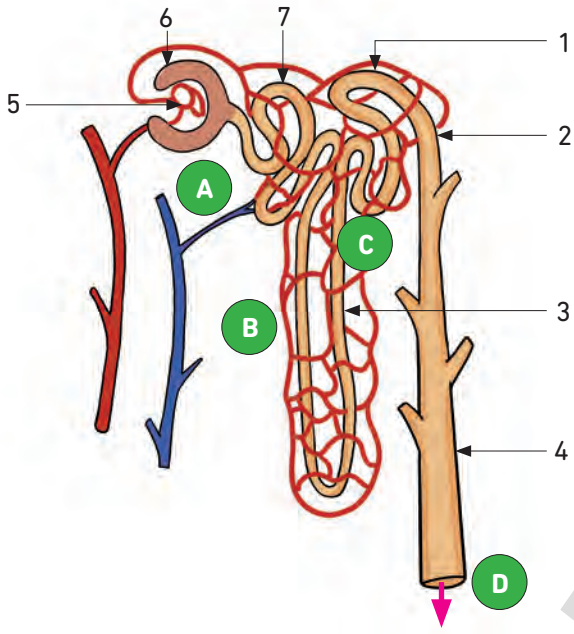


Schéma resumant les fonctions du nephron

Le maintien de la constance du milieu intérieur est assuré par les néphrons du rein.

SPECIMEN

Vérifie tes acquis



Les mots et groupes de mots suivants sont relatifs au néphron et à ses fonctions :

capsule de Bowman ; sécrétion ; glomérule ; tube contourné proximal ; élimination ; anse de Henlé ; tube collecteur de Bellini ; tube contourné distal ; filtration.

Associe chaque chiffre et lettre du schéma au mot ou groupe de mots qui convient.

LA RÉGULATION DE LA TENEUR EN EAU

L'INFLUENCE DE LA TENEUR EN EAU SUR L'ÉQUILIBRE DU MILIEU INTÉRIEUR

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la régulation de la teneur en eau.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

Dans le but de déterminer la régulation de la teneur en eau, des expériences sont réalisées et des observations sont faites pour identifier les organes qui interviennent dans cette régulation.
On fait ingérer 250 ml d'eau à un chien (ce qui le place en état de « surcharge hydrique ») et on mesure l'évolution de la diurèse (c'est-à-dire l'élimination urinaire) par l'introduction d'une sonde dans la vessie de manière à recueillir l'urine (figure 1).
De l'hormone antidiurétique (ADH) est injectée, 8minutes plus tard, à un 2e chien qui a ingéré 250 ml d'eau et l'évolution de la diurèse est mesurée (figure 2).
Les organes qui interviennent dans la régulation de la teneur en eau sont observés au microscope.

Les résultats des expériences et des observations sont représentés respectivement par les documents 6 et 7.

SPÉCIMEN

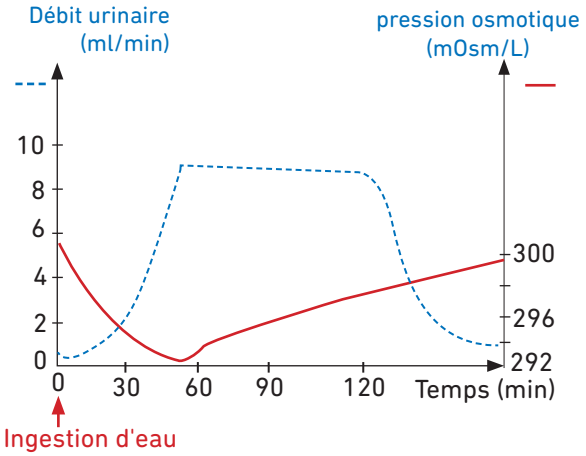


Figure 1 : courbe de variation du débit urinaire et de la pression osmotique en fonction du temps

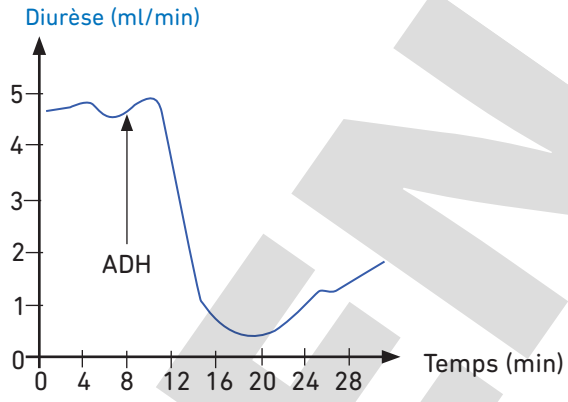
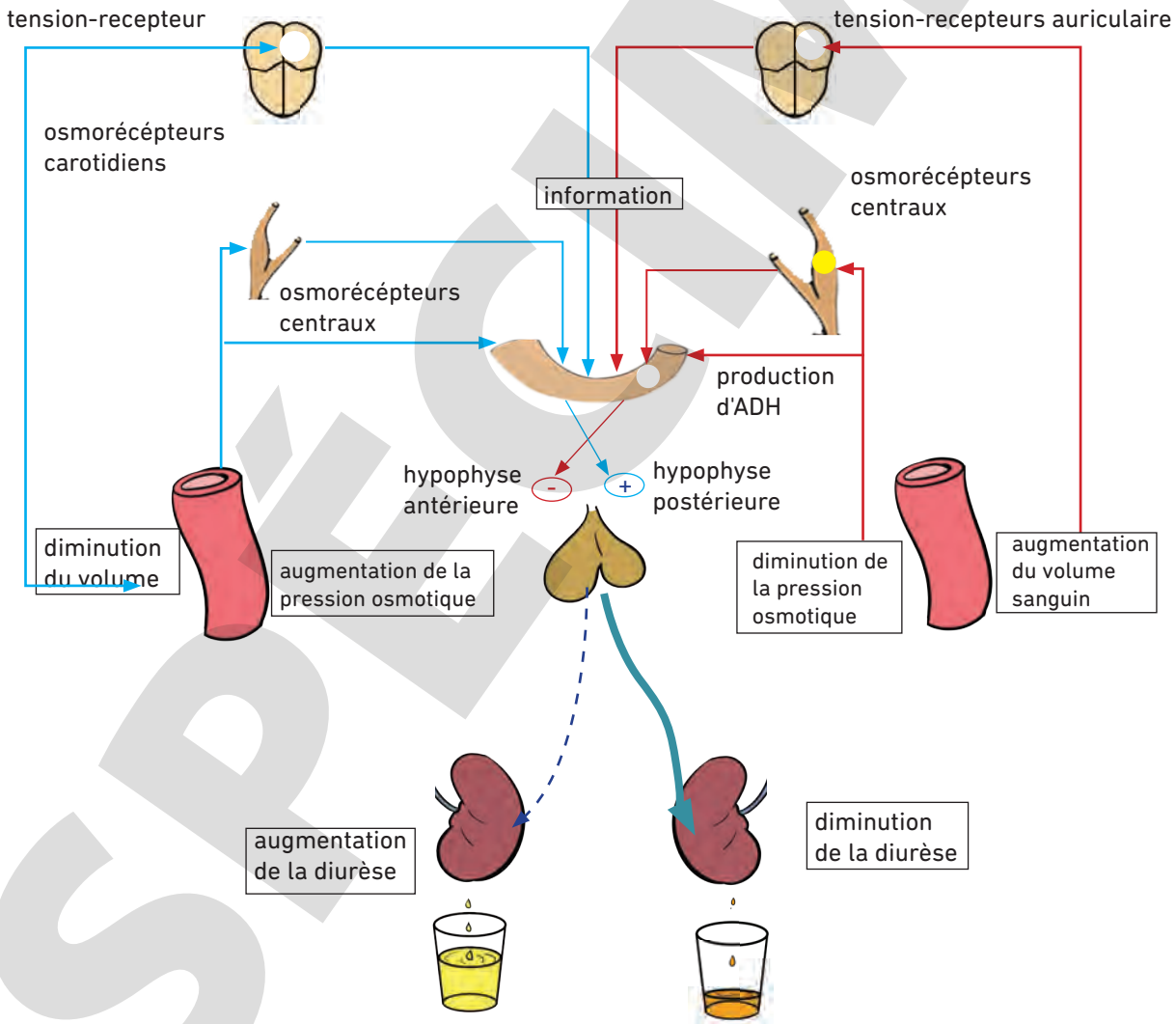


Figure 2 : courbe de variation de la diurèse en fonction du temps

Document 6 : mise en évidence de la régulation de la volémie



Document 7 : schéma montrant la régulation de la diurèse par l'ADH

SPÉCIMEN

Activité 2

- *Observe les tracés et le schéma des document 6 et 7.*
- *Analyse les résultats des expériences du document 6.*
- *Interprète-les.*
- *Explique l'action de l'ADH dans régulation de la diurèse.*
- *Tire une conclusion.*

Le point de l'activité

L'**ingestion d'eau** provoque une augmentation du débit urinaire qui passe d'environ 0 à 9mL/min et une baisse de la pression osmotique qui chute de 6 à environ 0mOsm/L durant les 55min qui suivent l'ingestion. Le débit urinaire stagne puis chute 120min plus tard, alors la pression osmotique s'élève progressivement pour retrouver sa valeur initiale (figure 1).

L'**injection de l'ADH** au chien ayant ingéré l'eau et dont la diurèse est élevée provoque une chute de celle-ci qui passe de 4,8 à 0,5 avant de remonter progressivement (figure 2).

Les reins, sous l'influence de deux facteurs (pression osmotique du plasma et volémie), assurent la régulation de la teneur en eau du milieu intérieur.

Des observations ont permis de détecter l'existence de récepteurs sensibles à toutes variations du volume sanguin : ce sont les **volorécepteurs** ou **tensio-récepteurs** localisés dans la paroi de l'oreillette gauche.

À la suite d'une ingestion massive d'eau, le volume sanguin augmente. Les volorécepteurs auriculaires sensibles à cette variation de la volémie sont excités. L'influx nerveux qui prend naissance au niveau des tensio-récepteurs est transmis à l'hypothalamus qui réduit la sécrétion de l'ADH, ce qui conduit à une augmentation de la diurèse ou une émission importante d'urine, peu concentrée qui conduit au retour de la volémie à sa valeur initiale.

De même, à la suite d'une déperdition importante d'eau, le volume sanguin diminue et les volorécepteurs excités transmettent le message à l'hypothalamus qui sécrète abondamment l'ADH. Déversée dans le sang au niveau de la posthypophyse, l'ADH stimule les tubules des néphrons qui réabsorbent l'eau filtrée, réduisant ainsi la diurèse.

La pression osmotique du plasma est liée aux solutés qu'il contient des sels minéraux (chlorures, calcium, potassium, sulfates, phosphates...) et substances organiques (protéines acides gras et glycérol, glucose).

D'autres observations ont permis de détecter l'existence de récepteurs sensibles à toutes variations de la pression osmotique : ce sont les **osmorécepteurs carotidiens** et les **osmorécepteurs centraux**.

Lorsque la pression osmotique augmente suite à un apport excessif par l'alimentation de sodium ou de potassium, les osmorécepteurs carotidiens et centraux sont excités.

L'influx nerveux qui prend naissance au niveau des osmorécepteurs est transmis à l'hypothalamus qui sécrète abondamment l'ADH pour la réabsorption de l'eau, par le tube urinaire et l'élimination des ions Na^+ (petite quantité d'urine très concentrée).

SPECIMEN

Lorsque la pression osmotique diminue, suite à un déficit de solutés, les osmorécepteurs carotidiens et centraux, excités, inhibent la sécrétion de l'ADH par l'hypothalamus, provoquant ainsi une émission abondante d'urine.

Le maintien de la constance du milieu intérieur se fait grâce à la régulation de la volémie et de la pression osmotique.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous se rapporte à la régulation de la volémie par les reins.

Les reins, sous l'influence de deux facteurs (pression osmotique du plasma et volémie), assurent la régulation de la ...1... du milieu intérieur. Une augmentation de la pression osmotique sanguine indique un ...2... dans l'organisme. Cette situation stimule les ...3... qui transmettent un message nerveux à l'hypothalamus. Ce dernier sécrète ...4... et la libère dans le sang au niveau du ...4... de l'hypothèse. Transportée par le sang, elle stimule les ...5..., augmente la perméabilité à l'eau de leur membrane. L'eau est ...6... par les tubules urinaires et l'urine éliminée est ...6... mais plus concentrée. Au contraire, si la pression osmotique baisse parce qu'il y a trop d'eau dans le plasma, les volorécepteurs sont moins stimulés et l'hypothalamus produit une faible quantité ...7... qui réduit la réabsorption d'eau et l'urine émise est ...8... et peu concentrée.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : abondante ; tubules du néphron ; déficit d'eau ; l'hormone antidiurétique ; d'A.D.H ; volorécepteurs ; lobe postérieur ; moins abondante ; teneur en eau ; réabsorbée.

LA RÉGULATION DE QUELQUES PARAMÈTRES SANGUINS

L'INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DE SODIUM SUR LA DIURÈSE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la régulation de la teneur en sodium du plasma.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative la régulation de la teneur en sodium du plasma.***
- ***Relève les résultats de l'expérience et des observations.***

Le point de l'activité

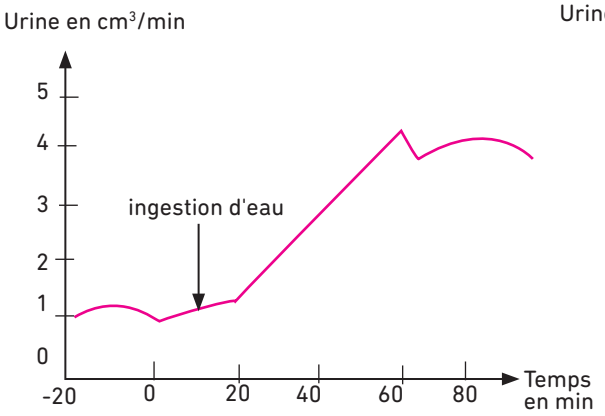
Dans le but de déterminer le mécanisme de la régulation de la teneur en sodium, des expériences sont réalisées et des observations sont faites pour identifier les organes qui interviennent dans la régulation de la teneur en sodium du plasma.

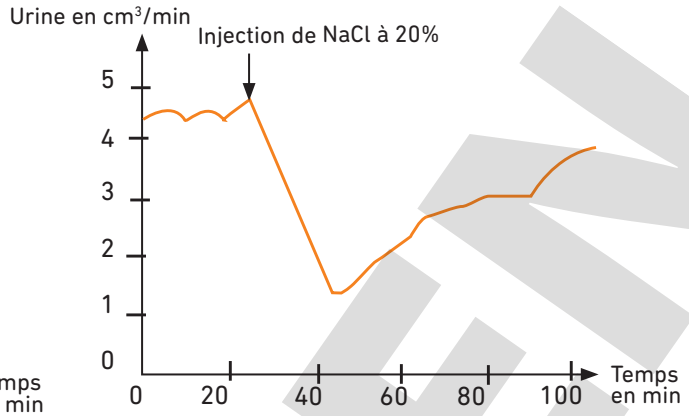
On fait ingérer 250 ml d'eau à un chien (ce qui le place en état de « surcharge hydrique ») et on mesure l'évolution du débit urinaire par l'introduction d'une sonde dans la vessie de manière à recueillir l'urine.

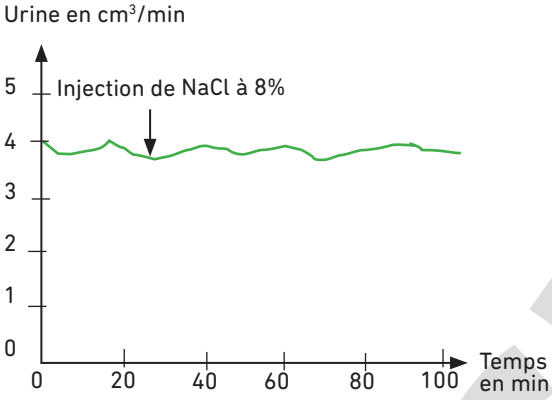
Des solutions de sodium à 8% et à 20% et des extraits hypophysaires sont injectés, quelques minutes plus tard, à chaque chien qui a ingéré 250 ml d'eau, puis le débit urinaire est mesuré.

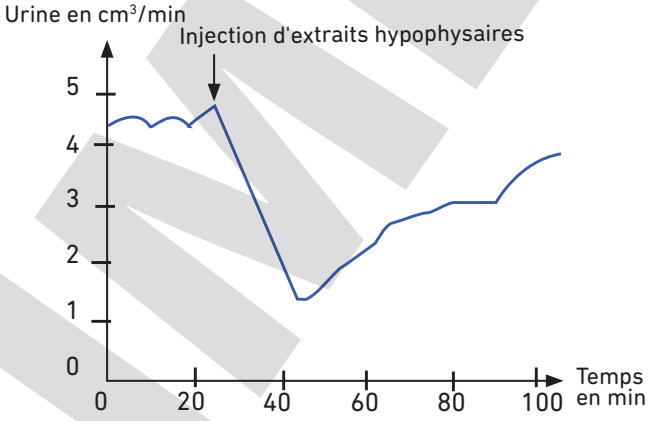
Les résultats des expériences et des observations sont représentés respectivement par le texte et les documents 9 et 10.

SPÉCIMEN

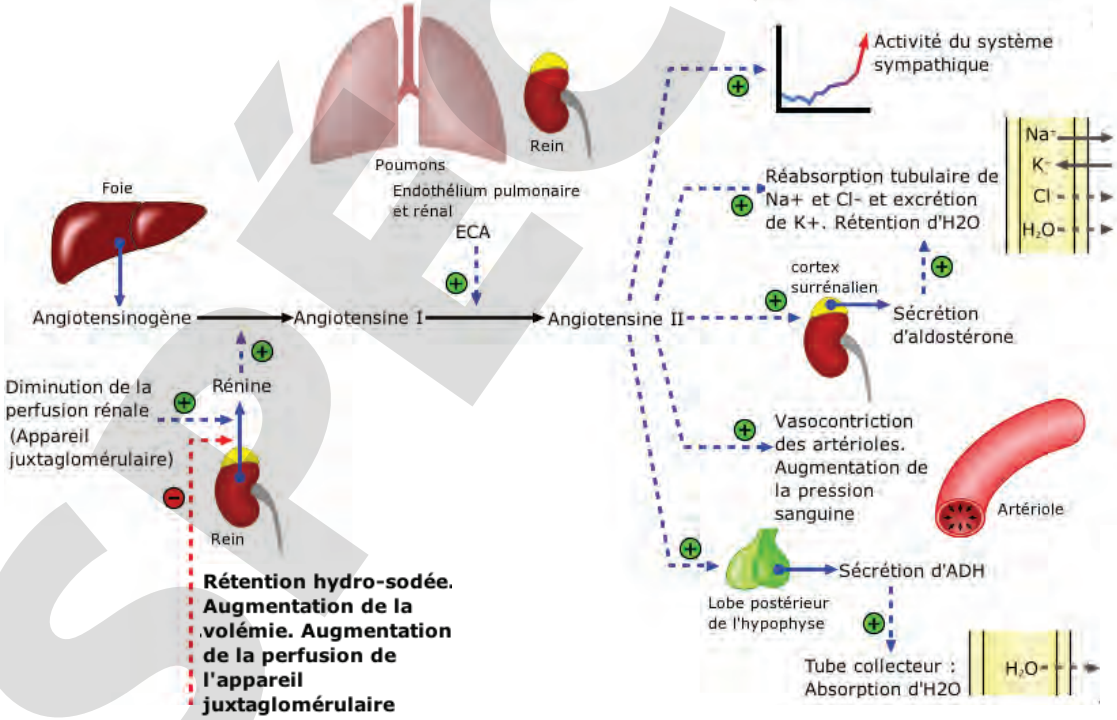








Document 9 : mise en évidence de l'influence de la concentration de sodium sur la diurèse



Document 10 : schéma résumant la régulation de la teneur en sodium du plasma

SPÉCIMEN

Activité 2

- ***Observe les tracés et le schéma du document 9 et 10.***
- ***Analyse les résultats des expériences du document 9.***
- ***Interprète-les.***
- ***Explique le mécanisme de la régulation du taux de sodium plasmatique.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Le débit urinaire est élevé et constant chez le chien après l'ingestion d'eau. L'injection d'une solution à 8% au chien ayant ingéré l'eau n'a aucun effet sur le débit urinaire qui reste élevé. Par contre, l'injection d'une solution à 20% ou d'extraits hypophysaires provoque une diminution du débit urinaire qui passe de 4,5cm^3/min à 1 cm^3/min avant de remonter progressivement (document 9).

La concentration forte de sodium dans le sang perturbe la constance du milieu intérieur et des hormones provenant de l'hypophyse interviennent dans la régulation de la constance du milieu intérieur.

Les reins constituent les principaux organes du contrôle du sodium. Ils régulent l'équilibre du sodium en excrétant chaque jour une quantité de sodium égale à celle ingérée.

L'**angiotensinogène**, protéine inactive produite par le foie, circule dans le sang. C'est le précurseur des peptides actifs angiotensine et le seul substrat de la rénine.

En cas de baisse de la pression dans l'artère rénale ou de la natrémie au niveau du tube contourné distal, la **rénine** (enzyme parfois considérée comme une hormone) est sécrétée au niveau du rein (document 10).

L'angiotensinogène, sécrété par le foie, est clivé par la rénine et forme l'**angiotensine** qui agit en se fixant sur ses récepteurs transmembranaires. L'angiotensine stimule, d'une part, la vasoconstriction des artérioles, via la **noradrénaline**, provoquant une augmentation de la **filtration glomérulaire**, la **réabsorption tubulaire de sodium** (Na^+).

Elle stimule, d'autre part, la sécrétion de la **vasopressine**, encore appelée **hormone antidiurétique** (ADH) qui limite la perte d'eau dans les urines. Elle provoque la sensation de soif, entraînant une plus grande absorption d'eau qui mécaniquement augmentera le volume sanguin et donc la pression artérielle.

Le maintien de la constance du milieu intérieur est assuré par les néphrons du rein.

LA RÉGULATION DE QUELQUES PARAMÈTRES SANGUINS

LA RÉGULATION DU PH ET DE LA GLYCÉMIE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la régulation du pH plasmatique et de la glycémie.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à la régulation du pH plasmatique et de la glycémie.***
- ***Relève les résultats de l'expérience et de l'observation.***

SPÉCIMEN

Le point de l'activité

En vue de déterminer le mécanisme de la régulation de la glycémie et du PH, des expériences sont réalisées et des observations sont faites pour identifier les organes qui interviennent dans leur régulation.

Une ablation du pancréas (pancréatectomie), une greffe de pancréas après une pancréatectomie, une injection d'extraits pancréatiques à un chien après une pancréatectomie, une injection d'insuline et de glucagon sont réalisées sur un chien.

Les résultats des expériences et des observations sont représentés respectivement par les documents 11 ; 12 et 13.

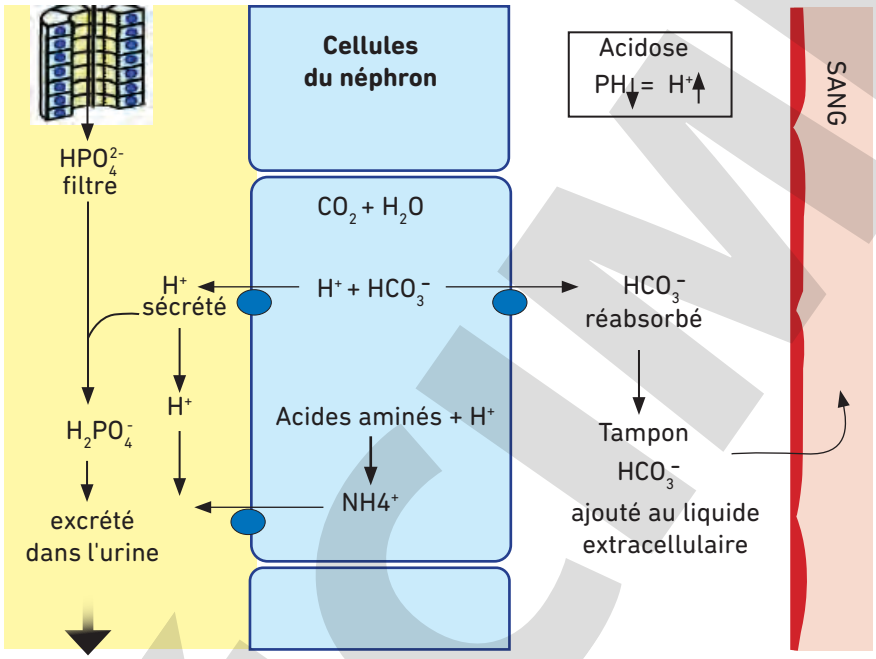


Figure 3 : la régulation du pH en cas d'acidose

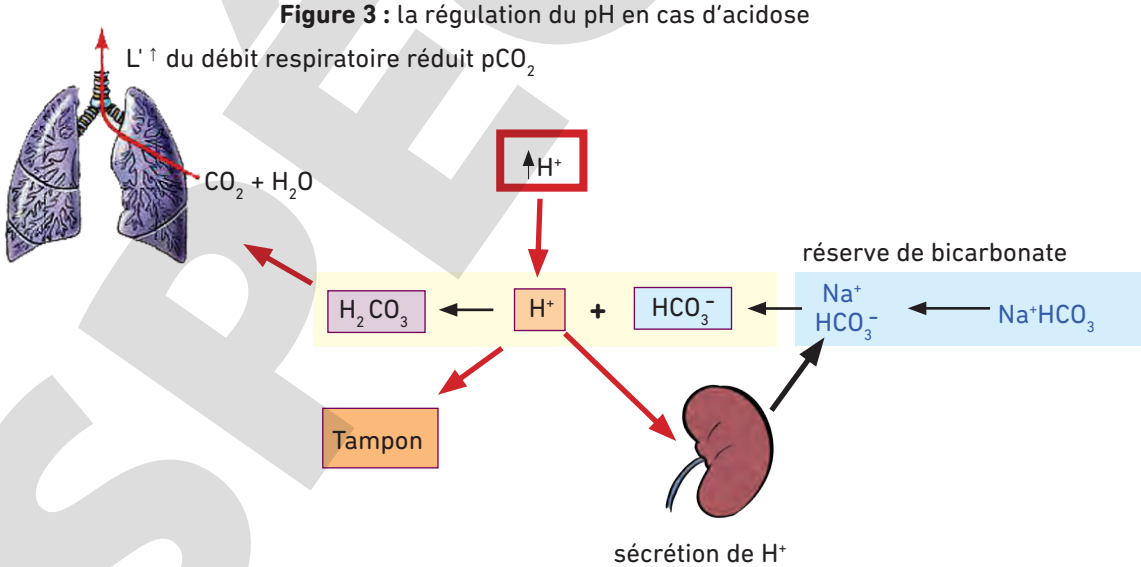


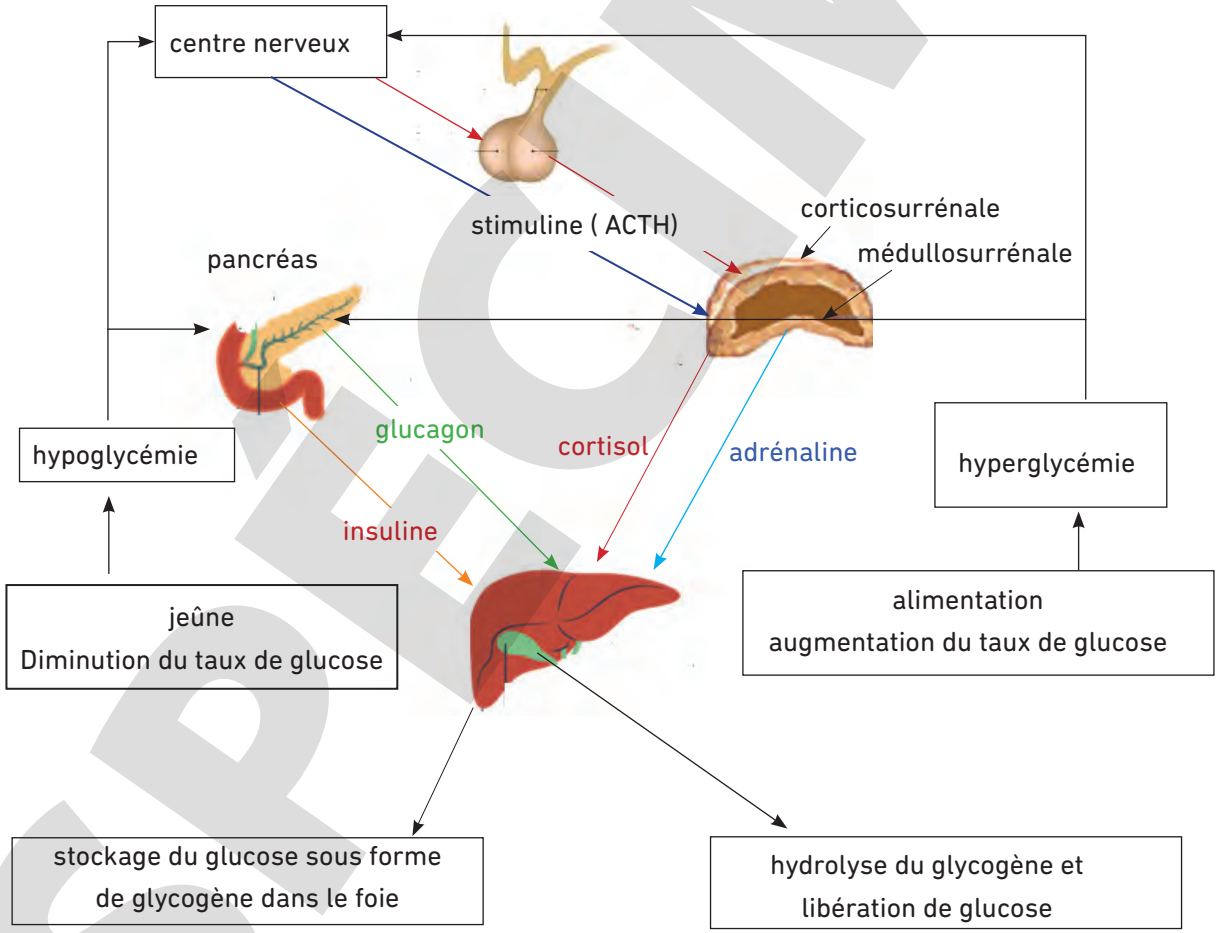
Figure 4 : la régulation du pH en cas d'alcalose

Document 11 : la régulation du pH plasmatique

SPECIMEN

Expériences	Résultats
Un chien sain	Glycémie (0, 6 à 1,1g/L)
Ablation du pancréas (pancréatectomie) chez un chien	Glycémie supérieure à 1,1g/L
Greffe du pancréas à un chien après une pancréatectomie	Glycémie (0, 6 à 1,1g/L)
Injection d'extraits pancréatiques à un chien après une pancréatectomie	Glycémie (0, 6 à 1,1g/L)
Injection d'insuline à un chien	Glycémie inférieure à 0,6g/L
Injection du glucagon à un chien	Glycémie supérieure à 1,1g/L

Document 12 : mise en évidence de la régulation de la glycémie par le pancréas



Document 13 : les organes intervenant dans la régulation de la glycémie

SPECIMEN

Activité 2

- *Observe les schémas des documents 11 et 13.*
- *Analyse les résultats des expériences du document 12.*
- *Interprète-les.*
- *Explique le mécanisme de la régulation du pH et de la glycémie.*
- *Tire une conclusion..*

Le point de l'activité

La **pancréatectomie** et l'injection du glucagon à un chien provoquent une **hyperglycémie** (glycémie supérieure à 1,1g/L). Par contre, la greffe de pancréas, l'injection d'extraits pancréatiques à un chien après une pancréatectomie ramène la glycémie à la normale. Quant à l'injection d'**insuline**, elle engendre une **hypoglycémie** (glycémie inférieure à 0,6g/L (document12).
La teneur en glucose d'un homme sain est de 1g/L de sang. De nombreuses causes devraient faire varier la glycémie ou taux de glucose sanguin. La glycémie devrait s'élever après un repas riche en glucides et s'abaisser entre deux repas du fait de son utilisation au cours de la respiration cellulaire. Cependant, la glycémie demeure toujours constante. Cela signifie que la glycémie est régulée par des systèmes et des organes tels que le foie, le pancréas, la thyroïde, l'hypophyse et les reins.

Le **pancréas** agit sur le foie par l'intermédiaire d'**hormones** sécrétées et déversées dans le sang. Lorsque la glycémie augmente, le pancréas sécrète l'**insuline** qui agit sur le foie pour la polymérisation du glucose sanguin en glycogène qu'il fixe. L'insuline est une hormone **hypoglycémiante**. Cependant, lorsque la glycémie diminue, le pancréas sécrète le **glucagon** qui stimule le foie pour hydrolyser le glycogène en glucose qu'il libère dans le sang. Le glucagon est une hormone **hyperglycémiante** (document 12).

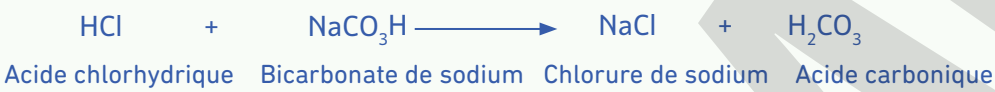
Le **foie** a une fonction glycogénique qui consiste à produire du glucose pour le libérer dans le sang.
Lorsque le taux de glucose tend à s'élever dans le sang, à la suite d'un repas riche en glucides, le foie **synthétise du glycogène** à partir du glucose qu'il stocke, réduisant ainsi la glycémie. Par contre, lorsque le taux de glucose diminue dans le sang, suite à son utilisation par les cellules pour leur métabolisme, le foie **hydrolyse le glycogène** en glucose qu'il déverse dans le sang, régularisant ainsi la glycémie.
La quantité de glycogène fixée par le foie est limitée. C'est pourquoi l'excès de glucose est mis en réserve sous forme de graisses dans les tissus adipeux des muscles (document 13).
La **médullosurrénale** des reins a une action **hyperglycémiante**. Elle sécrète l'adrénaline qui stimule le foie pour hydrolyser le glycogène glucose immédiatement libéré dans le sang. Elle intervient dans le cas du stress (document13).
La **thyroïde** sécrète la thyroxine qui agit sur le foie pour l'hydrolyse du glycogène en glucose ; c'est une hormone **hyperglycémiante**.
Les reins participent aussi à la **régulation du pH** ou au maintien de l'équilibre acido-basique du milieu intérieur.
La production de CO_2 au cours de l'oxydation du glucose s'accompagne de la libération d'ions H^+

SPÉCIMEN

et la formation d'acide lactique, lors des exercices musculaires. Ce qui tend à acidifier le plasma et à perturber le fonctionnement des cellules et l'activité des enzymes. Pour maintenir le pH à une valeur stable de 7,4, la régulation est réalisée dans le plasma ou au niveau des organes d'élimination (poumons et reins) par deux mécanismes : les **systèmes tampons** et les **systèmes d'élimination.**

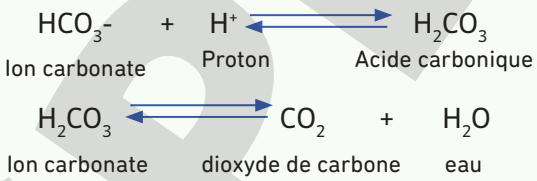
La régulation du pH par les systèmes tampons : les sels minéraux (sodium et potassium) sont appelés substances tampons.

Lorsqu'un acide fort tel que l'acide chlorhydrique (HCl) est libéré dans le plasma, le pH plasmatique diminue, provoquant ainsi une **acidose** pouvant entraîner le coma. Pour ramener le pH à sa valeur initiale, le HCl est neutralisé par le bicarbonate de sodium et remplacé par un acide faible, l'acide carbonique (figure 3).



Lorsqu'une base forte telle que la soude (NaOH) est libérée dans le plasma, le pH plasmatique s'élève provoquant ainsi une **alcalose** caractérisée par des maux de tête et des crises de tétanie. Pour corriger l'alcalose, la soude est neutralisée par l'acide carbonique et remplacée par une base faible, le bicarbonate de sodium (figure 4).

La régulation du pH par les **systèmes d'élimination** : toute augmentation du taux de dioxyde de carbone (CO_2) dans le plasma provoque une accélération du rythme respiratoire et de la fréquence cardiaque. Si les chémorécepteurs sino-aortiques sont excités par l'élévation du taux de CO_2 et provoquent l'accélération de la fréquence cardiaque, quant à l'accélération du rythme respiratoire, elle est provoquée par une forte concentration d'ions H^+ dans le plasma. Pour ramener la fréquence cardiaque et le rythme respiratoire à la normale, les ions H^+ sont éliminés au niveau des poumons sous forme d'eau.



Les reins assurent aussi la régulation du pH en éliminant les ions H^+ sous forme d'ammoniaque qu'on retrouve dans l'urine.

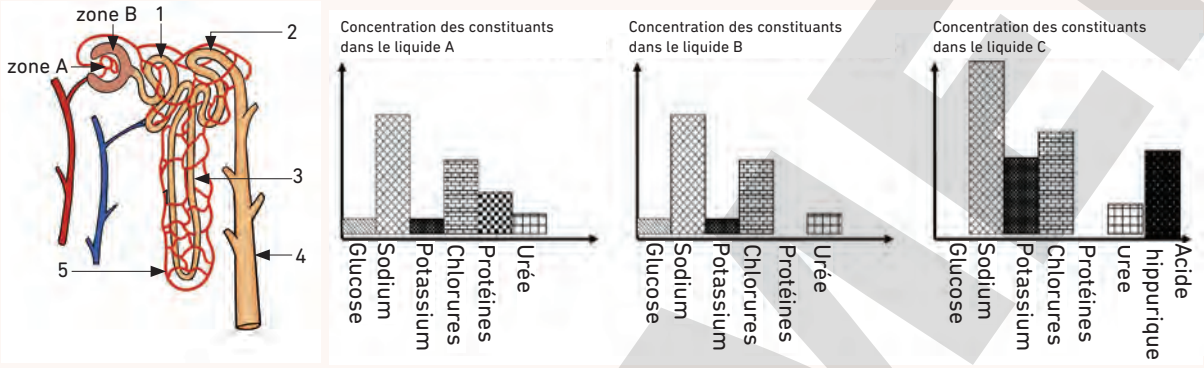
Le maintien de la constance du milieu intérieur est assuré par les néphrons du rein.

SPECIMEN

Utilise tes acquis

Ton camarade de classe, absent au cours de SVT pour des raisons de santé, effectue des recherches pour mieux comprendre le rôle des reins dans l'homéostasie. Il découvre dans un manuel les expériences suivantes.

Pour comprendre le rôle du rein dans l'homéostasie, des élèves ont réalisé le schéma suivant qui représente l'unité fonctionnelle du rein. Le dosage des liquides prélevés dans les 3 zones a donné les histogrammes ci-dessous.



1- Annote le schéma, en utilisant les chiffres et les lettres.

2- Fais une analyse comparative des histogrammes.

3- Interprète les résultats.

Retiens l'essentiel

Les reins sont deux organes en forme de boules situés dans l'abdomen, accolés aux muscles dorsaux. Chez l'Homme, chaque rein est constitué de plusieurs unités fonctionnelles appelées néphrons. Chaque néphron comprend les parties suivantes : une capsule de Bowman qui se prolonge par un large tube sinueux, le tube contourné proximal, puis par un tube grêle en U relié au tube contourné distal qui débouche dans le tube collecteur.

Les substances organiques qui sont de grosses particules (lipides, protides) n'existent que dans le plasma. elles ne traversent pas le filtre rénal : les reins jouent un rôle de barrière pour ces constituants. La présence des constituants communs au plasma et à l'urine primitive, alors que les lipides et sont spécifiques au plasma, montre que les reins jouent un rôle de filtre sélectif. La présence de certains constituants (ammoniaque) dans l'urine définitive, alors qu'ils sont absents dans le plasma permet de déduire que les reins jouent un rôle d'organes sécréteurs. L'élimination d'urée (déchet) montre que les reins ont un rôle d'élimination. Le glucose, le sodium et d'autres filtrés sont absents dans l'urine définitive. Les reins jouent un rôle de réabsorption.

L'homéostasie est l'ensemble des processus qui assurent ainsi la constance du milieu intérieur. Elle permet de réguler la pression osmotique, le taux de sodium, le PH... L'hormone antidiurétique (ADH), sécrétée par l'hypophyse, assure la régulation de la teneur en eau (volémie) du milieu intérieur : elle favorise la réabsorption de l'eau par les néphrons quand la pression osmotique est forte. Quant à l'aldostérone, sécrétée par la corticosurrénale, elle permet la régularisation du taux de sodium dans le milieu intérieur.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives aux rôles du rein.

1- Le rein filtre toutes les molécules du plasma sanguin.

2- Les protéines et les lipides absents dans l'urine définitive montre que le sein joue le rôle de barrière.

3- La présence de certains constituants du plasma sanguin tels que l'eau et le sodium dans l'urine définitive montre que le rein joue le rôle de filtre.

4- Le rein secrète de l'acide hippurique car, absent dans le plasma, il se retrouve dans l'urine définitive.

5- Le rôle excréteur du rein s'explique par l'élimination de tous les constituants du plasma sanguin.

6- Le rein joue le rôle de filtre sélectif, de sécrétion et d'excrétion.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 En réponse à la consigne : « Énumère quelques cas de la régulation hydrominérale du milieu intérieur », les élèves font les propositions ci-dessous.

A- Après une consommation d'eau, la sécrétion d'ADH augmente pour ramener la teneur en eau à la normale.

B- En cas de perte en eau du milieu intérieur, la résorption d'eau au niveau des néphrons baisse.

C- L'aldostérone permet la résorption de Na^+ au niveau des tubes rénaux, en cas de perte.

D- Une hémorragie entraine la baisse de la sécrétion d'ADH pour ramener la teneur en eau à la normale.

E- La destruction de l'hypothalamus entraine une augmentation de la diurèse.

F- La destruction des glandes surrénales entraine une diminution de la diurèse.

Relève les lettres des propositions justes.

3 Le tableau ci-dessous présente les constituants et des milieux biologiques.

Constituants	Milieux biologiques
1- Glucose 2- Protéines 3- Lipides 4- Acide hippurique 5- Sel de chlorure 6- Sels de calcium 7- Eau 8- Ammoniaque	a- Plasma b- Urine

Associe chaque constituant au milieu dans lequel il se retrouve, en utilisant les chiffres et les lettres.

4 Les étapes ci-dessous relatives à la régulation de la teneur en sodium du milieu intérieur te sont présentées dans le désordre.

A- Excrétion d'une urine riche en Na^+.

B- Augmentation de la sécrétion d'angiotensine.

C- Augmentation de la résorption des ions Na+.

SPÉCIMEN

D-Stimulation des cellules des parois des vaisseaux glomérulaires.

E- Augmentation de la sécrétion d'aldostérone.

F- Augmentation de la sécrétion de rénine.

Range-les dans l'ordre chronologique du mécanisme mis en œuvre pour l'augmentation de la teneur en sodium, en utilisant les lettres

5 Le texte ci-dessous se rapporte aux rôles du néphron.

Le néphron est l'unité anatomique et fonctionnel du ….**1**….. Il est formé de cinq portions qui sont respectivement : la capsule de Bowman, le tube contourné proximal, l'….**2**…., le tube contourné distal et le tube collecteur de Bellini. La composition du liquide recueilli dans la capsule de Bowman est la même que celle du ….**3**…., exceptés les protéines et lipides. Des substances sont donc passées à travers la paroi glomérulaire, on parle de ….**4**…. Par un transport actif, le glucose est totalement ….**5**…. si son taux ne dépasse pas 1,8g/l : le glucose est donc une substance à ….**6**….. L'acide hippurique se trouve uniquement dans ….**7**…. car il a été secrété dans les tubes rénaux : le néphron joue donc un rôle ….**8**….

Complète le texte à l'aide des mots et groupes de mots suivants en utilisant les chiffres : urine définitive ; plasma sanguin ; Anse de Henlé ; sécréteur ; rein ; réabsorbé ; filtration glomérulaire ; seuil.

6 Les étapes ci-dessous relatives à la régulation de la teneur en eau du milieu intérieur te sont présentées dans le désordre.

1- Augmentation de la volémie.
2- Augmentation de la pression osmotique.
3- Diminution de la pression osmotique.
4- Diminution de la volémie.
5- Forte sécrétion d'ADH par l'hypothalamus.
6- Faible stimulation des osmorécepteurs de l'hypothalamus.
7- Faible sécrétion d'ADH par l'hypothalamus.
8- Forte libération de l'ADH dans le sang par la post hypophyse.
9- Réduction de la réabsorption d'eau au niveau des tubes rénaux.
10- Augmentation de la diurèse.
11- Diminution de la diurèse.
12- Augmentation de la réabsorption d'eau au niveau des tubes rénaux.

Range-les selon qu'ils surviennent lors d'une diminution de la volémie (A) ou d'une augmentation de la volémie (B), en utilisant les lettres et les chiffres.

7 Les séries de propositions ci-dessous sont relatives à la régulation de l'équilibre hydrominéral.

1- En cas d'ingestion d'eau :
a-la volémie diminue ;
b-la pression osmotique augmente ;
c-la sécrétion d'ADH augmente ;
d-la diurèse augmente.

2- En cas de diarrhée chronique :
a- la volémie augmente ;
b- la pression osmotique diminue ;
c- la sécrétion d'ADH augmente ;
d- il y a une faible stimulation des osmorécepteurs.

3- Un régime désodé entraine :
a-une baisse de la rénine ;
b-une baisse de la sécrétion d'aldostérone ;
c-une réabsorption des ions Na^+ ;
d-la production d'urine riche en Na^+.

SPECIMEN

4- Un régime hypersodique entraine :

a-une augmentation d'angiotensine ;

b-une augmentation de la sécrétion d'aldostérone ;

c-une réabsorption des ions Na^+ ;

d-la production d'urine riche en Na^+.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte ci-dessous est relatif à la régulation de la teneur en eau et en sodium du milieu intérieur.

L'ingestion d'une grande quantité d'eau augmente la volémie et provoque une baisse de ....**1**.... du milieu intérieur. Cela entraine une forte stimulation des ....**2**...., situés dans l'oreillette gauche et reliés à l'hypothalamus mais une faible stimulation des osmorécepteurs de l'hypothalamus. Alors les neurones de l'hypothalamus sécrètent de l'hormone antidiurétique : l'ADH ....**3**.... qui entraine une faible réabsorption d'eau au niveau des tubes rénaux et une ....**4**.... de la diurèse. La diminution de la teneur en Na+ du milieu intérieur est décelée directement au niveau du néphron par les cellules des parois des vaisseaux glomérulaires. Ces cellules sécrètent une enzyme ....**5**.... qui catalyse la formation d'une hormone, l'angiotensine. Cette hormone agit sur la corticosurrénale qui sécrète une hormone nommée : ....**6**.... qui entraine la réabsorption du sodium (Na^+) au niveau des tubes rénaux. L'urine devient alors ....**7**.... en Na^+ ce qui augmente le sodium du milieu intérieur. Cette rétention de Na^+ ; est suivie d'une ....**8**.... d'eau.

Complète le texte à l'aide des mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : rénine ; pression osmotique ; pauvre ; baissent ; rétention ; volorécepteurs ; aldostérone ; augmentation.

SPÉCIMEN

1 Au cours des recherches que ton camarade de classe effectue à la bibliothèque, dans le cadre de la préparation du devoir sur la régulation de l'eau dans l'homéostasie, il découvre le document ci-dessous relatif à la mesure du taux plasmatique d'ADH avant et après une hémorragie.

	Avant l'hémorragie		Après l'hémorragie			
Taux d'ADH (en UA)	2	2	4	8	6	4
Temps (en min)	0	1	2	3	4	5

Éprouvant des difficultés à exploiter les resultats, il sollicite ton aide.

1- Construis la courbe de variation du taux d'ADH en fonction du temps.

Échelle 1cm ⟶ 1UA

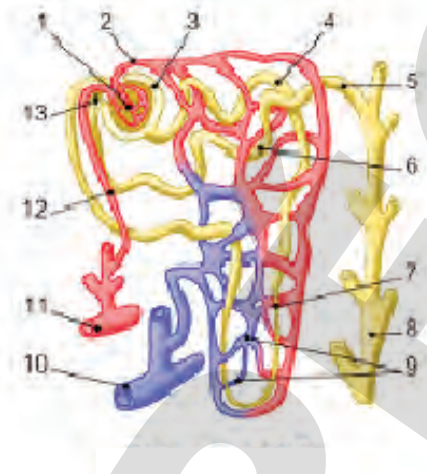
1cm ⟶ 1min

2- Analyse la courbe obtenue.

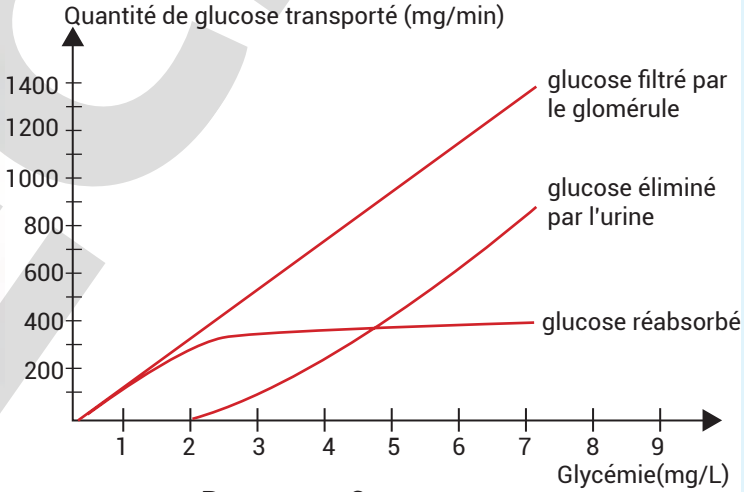
3- Explique l'évolution du taux d'ADH après l'hémorragie.

4- Dégage la conséquence engendrée par l'hémorragie sur le débit urinaire.

2 Des élèves en classe de 3e sont soumis à une visite médicale. Le médecin, suite à une analyse de l'urine, découvre que l'un d'eux souffre du diabète. Il explique cela par la présence de glucose dans ses urines. Curieux, il veut comprendre la présence du glucose dans ses urines. Il effectue des recherches et découvre dans un manuel le document 1 et le graphe du document 2 ci-dessous.



Document 1



Document 2

Il éprouve des difficultés pour exploiter les documents. Il sollicite ton aide.

1- Annote le document 1 en utilisant les chiffres.

2- Analyse les courbes du document 2.

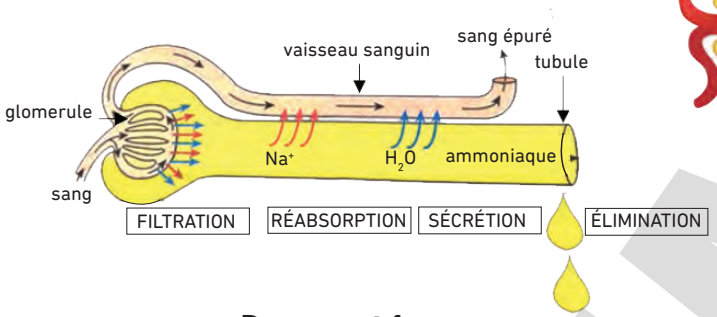
3- Interprète les courbes en t'appuyant sur le document 1.

4- Déduis la notion de substance seuil.

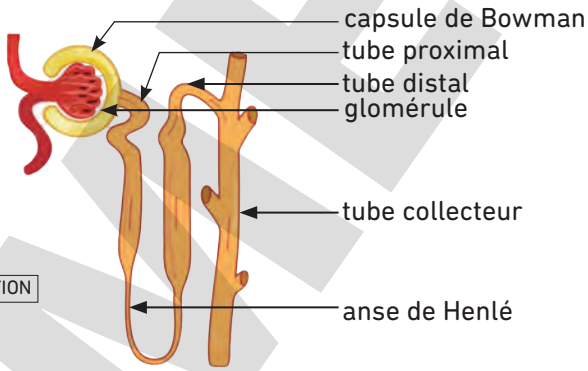
SPECIMEN

Un élève en classe de 1re D remarque que lorsqu'il boit beaucoup d'eau, il urine beaucoup et ses urines sont de couleur blanchâtre. Par contre, lorsqu'il jeûne, il urine moins et ses urines sont de couleur jaunâtre. Son camarade, obèse, lui apprend qu'à la suite d'une consultation, le médecin a détecté la présence de glucose dans ses urines.

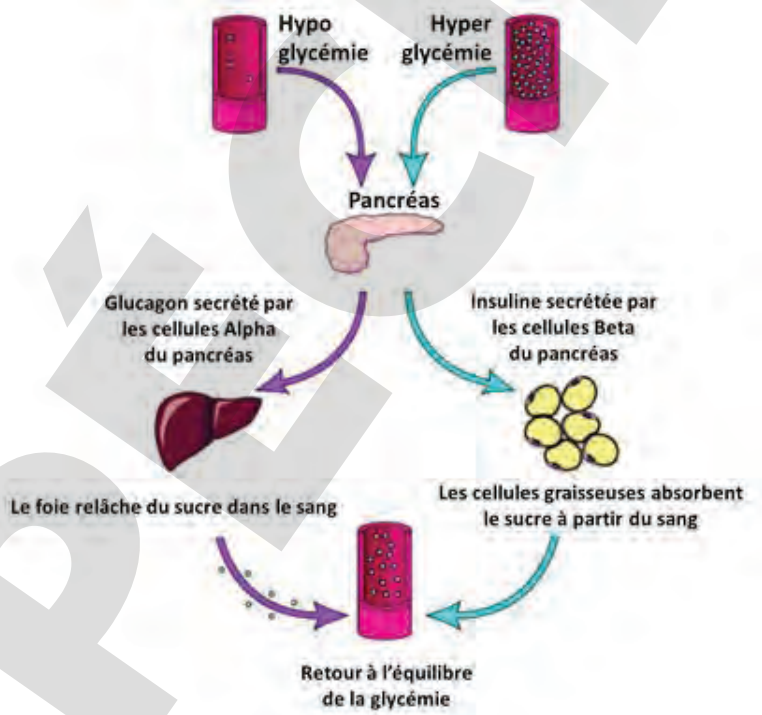
Soucieux de comprendre le fonctionnement des reins qui produisent des urines de colorations différentes et la présence de glucose dans les urines, l'élève sollicite ton aide. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour l'informer.



Document 1



Document 2



Document 3

1- Explique la différence de la coloration des urines émises par l'élève, en te servant des documents appropriés.

2- Justifie la présence de glucose dans l'urine de son camarade.

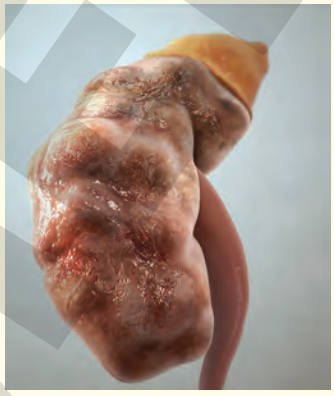
SPÉCIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de la constance du milieu intérieur revêt une importance capitale, elle permet de comprendre le fonctionnement et les rôles des reins dans l'organisme. Elle permet d'éviter des habitudes alimentaires, telles que la consommation d'aliments gras, d'alcool et surtout du tabac, qui peuvent perturber le milieu intérieur et provoquer des maladies comme le diabète, l'acidose, l'alcalose, l'insuffisance rénale souvent mortelle...

L'insuffisance rénale

Elle correspond à l'incapacité des reins à filtrer et à nettoyer correctement le sang de l'organisme. Elle se manifeste par la fatigue, les troubles digestifs les œdèmes au niveau des paupières et des chevilles, les nausées, la somnolence, les démangeaisons, les crampes... Lorsque la maladie rénale est très évoluée, on parle d'insuffisance rénale terminale. La maladie rénale chronique est une diminution du fonctionnement des reins qui ne filtrent plus correctement le sang de l'organisme. Cette insuffisance rénale chronique a deux causes principales : le diabète et l'hypertension artérielle.



Le rein d'un sujet atteint de l'insuffisance rénale chronique

Les causes de l'insuffisance rénale

L'insuffisance rénale peut survenir de manière brutale mais transitoire, par exemple en lien avec une infection grave ou une hémorragie. Cependant, trop de protéines mettent les reins « en surchauffe ». Le tabac endommage les artères (inflammations, formation de caillots) et met les reins en danger. La cigarette est aussi un facteur de risque connu de cancer des cavités rénales. L'insuffisance rénale chronique ne se guérit pas. Il est simplement possible de ralentir son évolution si elle est prise en charge à temps. L'insuffisance rénale est une maladie grave qui peut entraîner le décès. Si elle n'est pas traitée, l'insuffisance rénale peut provoquer des complications telles que l'hypertension artérielle l'anémie, les troubles du rythme cardiaque, des infections et le coma.

L'hémodialyse

Le sang est filtré à travers une membrane artificielle. Cette technique nécessite la réalisation d'un accès facile au sang qu'on appelle l'abord vasculaire. Elle se déroule à domicile ou dans une structure de dialyse. Lorsque l'insuffisance rénale provoque certaines pathologies : anomalies de la fonction cérébrale (encéphalopathie urémique) ou d'autres symptômes graves tels qu'une perte de l'appétit ou des vomissements et une perte de poids, les médecins décident de placer les personnes sous dialyse.

Quelques perturbateurs du milieu intérieur

Un xénobiotique est une substance exogène, c'est-à-dire étrangère à l'organisme, et qui y est introduite. Il peut s'agir de molécules bénéfiques introduites volontairement comme des médicaments mais également de molécules introduites accidentellement et potentiellement néfastes pour l'équilibre du milieu intérieur. Les perturbateurs endocriniens sont des substances susceptibles d'altérer le système hormonal et de nuire à la santé. Ils sont capables de modifier l'équilibre hormonal d'un individu. Des substances telles que le bisphénol A (BPA) et le DEHP (phtalate de di-2-éthylhexyle), présents dans les équipements domestiques et automobiles, jouets et articles, équipements médicaux tout comme l'air des logements, bureaux, écoles et voitures sont une source d'exposition au BPA et au DEHP sont susceptibles d'altérer le système hormonal et de nuire à la santé de l'Homme

SPECIMEN

COMPÉTENCE 4

TRAITER UNE SITUATION RELATIVE À LA NUTRITION ET À LA SANTÉ

THÈME 2

LA DÉFENSE DE L'ORGANISME ET SON DYSFONCTIONNEMENT

- Leçon 1 : le système de défense de l'organisme
- Leçon 2 : l'infection de l'organisme par le VIH

Leçon

1

LE SYSTÈME DE DÉFENSE DE L'ORGANISME

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- mettre en évidence la défense spécifique, le « soi » et le « non soi » ;
- identifier les étapes de la défense non spécifique ;
- expliquer le mécanisme des réactions immunitaires ;
- déduire les notions de défense non spécifique, défense spécifique, complexe majeur d'histocompatibilité (CMH), "soi", "non soi" et coopération cellulaire.

Tes prérequis

L'entrée d'un microbe ou agent pathogène dans l'organisme entraine une réaction du système immunitaire assurée par les globules blancs ou leucocytes qui neutralisent ou détruisent le microbe.

Situation d'apprentissage

La pandémie à la COVID 19 amène le gouvernement ivoirien, à l'instar des autres pays du monde, à organiser une opération de vaccination contre cette maladie. Des élèves de terminale D remarquent que le directeur de la santé insiste sur l'immunité qu'acquièrent l'organisme des personnes vaccinées tout comme les enfants vaccinés contre la poliomyélite.

Soucieux de comprendre le système de défense de l'organisme , ils décident de déterminer les éléments de reconnaissance des corps étrangers par l'organisme, d'expliquer les défenses non spécifiques et spécifiques de l'organisme contre les corps étrangers et d'établir une relation entre les cellules du système immunitaire.

SPECIMEN

LA DÉFENSE DE L'ORGANISME DIRIGÉE CONTRE PLUSIEURS CORPS ÉTRANGERS

LA DÉFENSE NON SPÉCIFIQUE

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à la défense non spécifique de l'organisme.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

Dans le but d'identifier les cellules de l'immunité et de déterminer le mécanisme de la défense non spécifique, des observations de constituants du sang, de lieux de formation et de stockage des cellules de l'immunité et de réaction inflammatoire sont faites .

Les résultats des observations sont représentés par les figures du document 1.

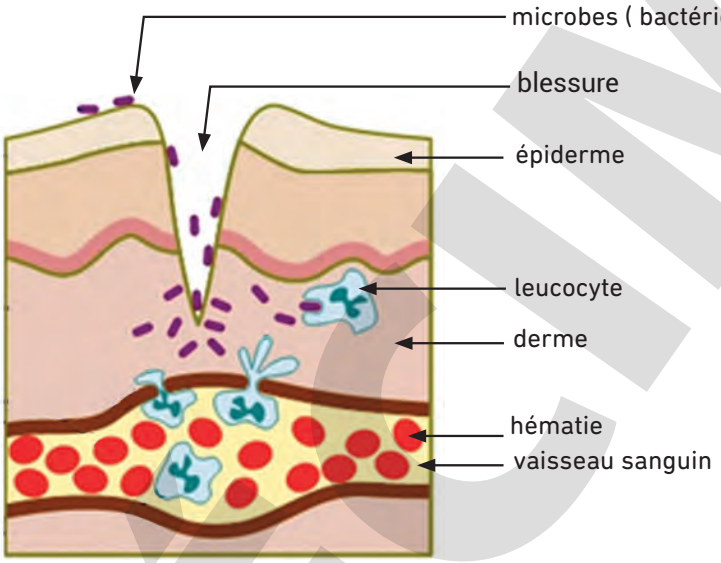


Figure 1 : une plaie infectée par des microbes

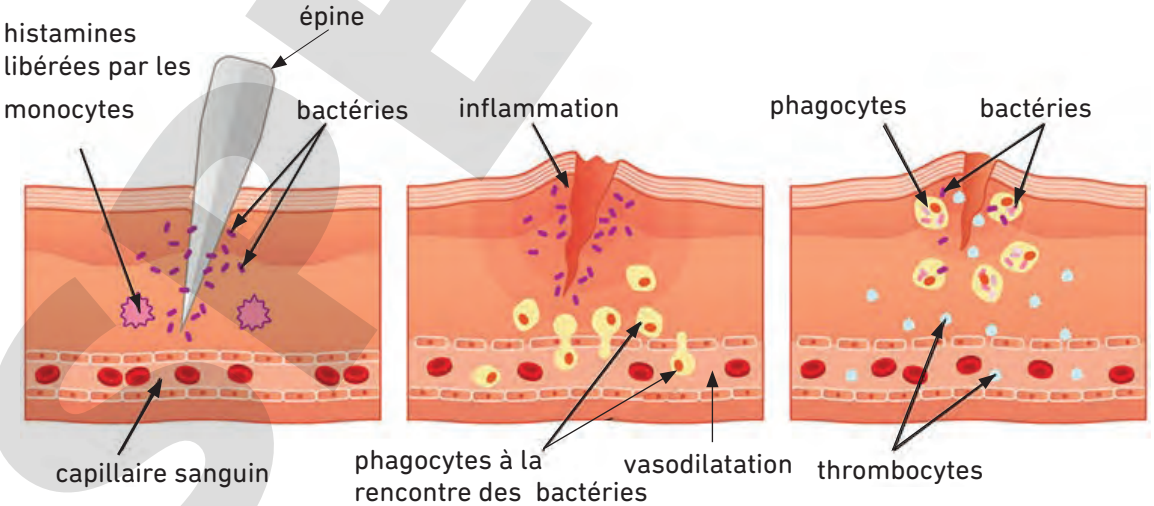


Figure 2 : les étapes de la réaction inflammatoire

SPECIMEN

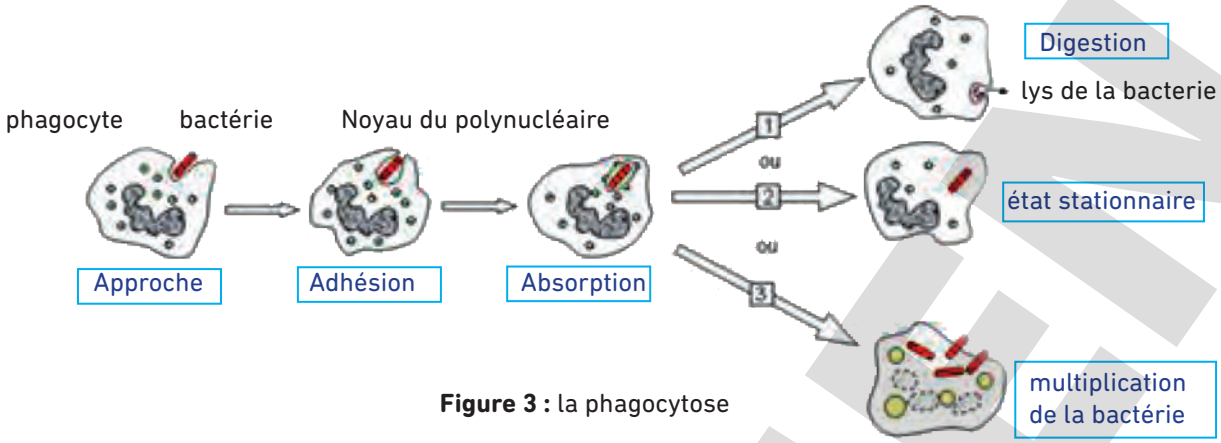


Figure 3 : la phagocytose

Document 1 : réaction inflammatoire

Activité 2

- ***Observe les figures du document 1.***
- ***Relève les barrières de l'organisme contre une infection microbienne.***
- ***Identifie les différentes étapes de la réaction immunitaire.***
- ***Analyse les résultats.***
- ***Déduis la notion de défense non spécifique.***

Le point de l'activité

La **peau** et les **muqueuses** constituent une **barrière mécanique** contre l'entrée d'éléments étrangers dans l'organisme. Les **sécrétions** telles que la sueur (pH acide), les **enzymes** (lysozymes...) constituent une **barrière biochimique** tandis que l'action des **bactéries** de la **flore commensale** constituent une **barrière biologique**.

Lorsque ces barrières naturelles qui constituent la première ligne de défense sont franchies par certains microbes pathogènes (figure 1), la réaction de l'organisme contre ces microbes se déroule en trois étapes successives à savoir la réaction inflammatoire, la réaction ganglionnaire et la réaction généralisée.

La **réaction inflammatoire** (figure 2) est un ensemble de réactions vasculaires locales caractérisées par une chaleur, une rougeur, une douleur, une enflure ... La rougeur et la chaleur sont dues à la dilatation locale des vaisseaux sanguins provoqués par un afflux de sang et un ralentissement de la circulation sanguine. Cela attire les leucocytes sur les lieux de l'infection. L'enflure est due au passage et à l'accumulation du plasma et des polynucléaires dans la zone infectée. La douleur est due à la sécrétion de toxine qui stimule les terminaisons nerveuses. À ce niveau, c'est d'abord les polynucléaires (microphages ou phagocytes ou granulocytes) qui interviennent. Ensuite, interviennent de grosses cellules très mobiles, les macrophages, qui proviennent de la différenciation des monocytes. Ces macrophages continuent et intensifient la lutte. Les polynucléaires et les macrophages sont en effet capables de reconnaître, d'englober puis de digérer les microbes (bactéries) : c'est la **phagocytose** (figure 3). Cette phagocytose se déroule en trois étapes que sont l'adhésion, l'absorption et la digestion. Si les microbes sont moins virulents, les polynucléaires et les macrophages mettent fin à l'infection. Dans le cas contraire, l'infection se poursuit.

SPÉCIMEN

La **réaction ganglionnaire** intervient en cas d'échec de la réaction inflammatoire. Les microbes prolifèrent et gagnent les vaisseaux lymphatiques et vont se heurter aux ganglions lymphatiques qui constituent la deuxième barrière de notre organisme contre les microbes. Ces ganglions lymphatiques, entrent en action, gonflent et deviennent souvent douloureux (adénite). Les vaisseaux lymphatiques gonflent à leur tour (lymphangite). Les nombreux lymphocytes contenus dans ces organes lymphoïdes se mettent à se multiplier et à proliférer et interviennent pour détruire les microbes.

La **réaction généralisée** se produit lorsque les microbes franchissent la barrière ganglionnaire ainsi que le foie, les reins et les poumons qui constituent la dernière barrière. Les microbes envahissent l'organisme tout entier : C'est la **septicémie**. Dans le cas des toxines qui diffusent dans l'organisme : on parle de toxémie.

L'intrusion d'un corps étranger dans l'organisme entraîne une **réaction de défense innée**, **immédiate** et **non propre** à un antigène déterminé. Cette défense de l'organisme est la **défense non spécifique.**

Vérifie tes acquis

Le document ci-dessous présente les grandes étapes du processus de destruction d'une bactérie par un granulocyte.

Associe chaque chiffre du document au mot ou groupe de mots suivants qui convient : approche ; l'adhésion ; l'absorption ; formation du phagosome ; digestion.

LA DÉFENSE DE L'ORGANISME DIRIGÉE CONTRE UN SEUL ANTIGÈNE

LA RECONNAISSANCE DU « SOI » ET DU « NON SOI »

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la reconnaissance du soi et du non soi .***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

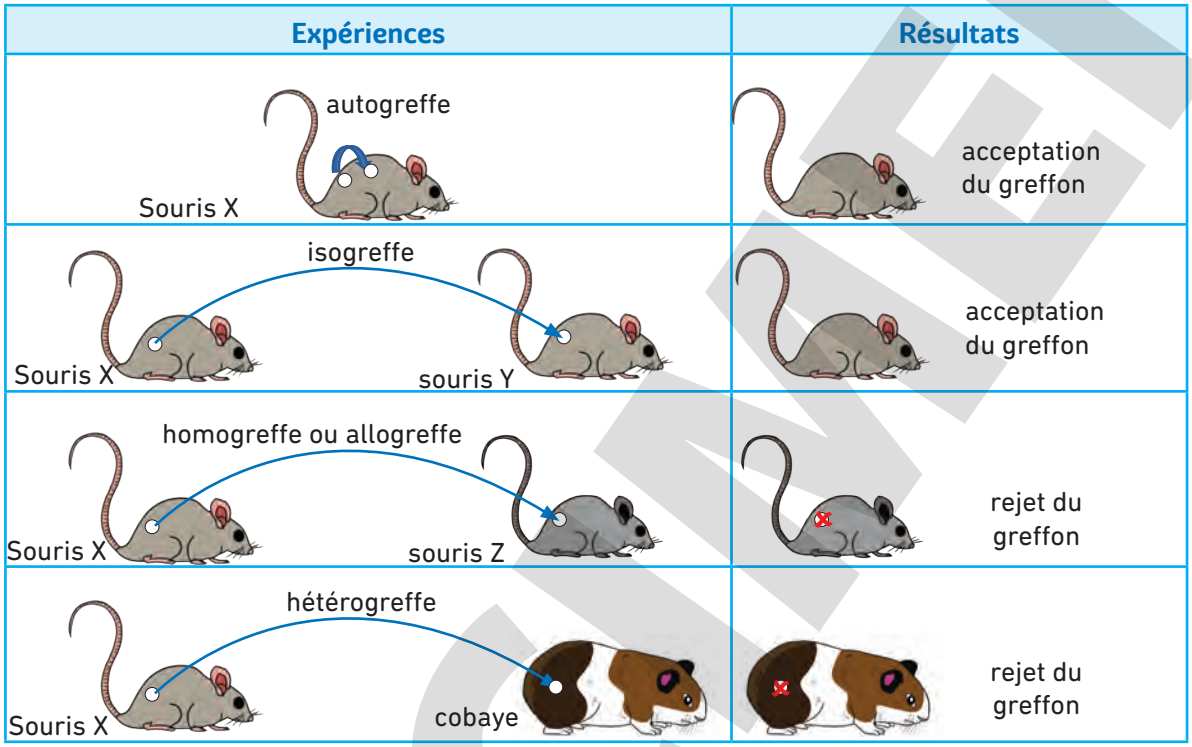
Le point de l'activité

Dans le but de mettre en évidence la défense spécifique de l'organisme, le « soi » et le « non soi », des expériences sont réalisées sur des souris.
Un fragment de peau (greffon) d'une souris X est d'abord greffé sur la même souris X (autogreffe). Ensuite, un fragment de peau d'une autre souris X (donneuse) est greffé sur une

SPECIMEN

souris Y (receveuse) génétiquement identique à la souris X (isogreffe). Un fragment de peau d'une souris X est greffé à une souris Z de la même espèce (allogreffe ou homogreffe). Un fragment de peau d'une souris X est greffé à un cobaye (ou espèce différente) (hétérogreffe).

Les résultats des expériences sont présentés par le document 2.



Document 2 : mise en évidence du « soi » et du « non soi »

Activité 2

- ***Observe les résultats des expériences des documents 3 et 4.***
- ***Analyse les résultats des expériences.***
- ***Interprète-les.***
- ***Déduis les notions de défense spécifique et de défense spécifique à médiation humorale.***
- ***Décris les schémas des documents 5 et 6.***

Le point de l'activité

Les greffons sont acceptés dans les cas de l'**autogreffe** et de l'**isogreffe** alors que dans les cas de l'homogreffe et de l'hétérogreffe, les greffons sont rejetés.

Les greffons sont acceptés dans l'autogreffe et l'isogreffe, car l'organisme de la souris receveuse reconnaît les cellules du greffon comme étant des cellules du **" soi "**, c'est-à-dire ayant des caractéristiques génétiquement identiques à celles de ses propres tissus. Il y a **compatibilité tissulaire** ou **histocompatibilité**. Le "soi" d'un organisme est son identité biologique constituée par l'ensemble des organes, des tissus, des cellules et molécules résultant de l'expression de son patrimoine génétique.

SPÉCIMEN

Les greffons sont rejetés dans l'homogreffe et l'**hétérogreffe**, car l'organisme de la souris receveuse ne reconnaît pas les cellules du greffon comme étant du "soi" : il les reconnait comme du **« non soi »**. Il y a **incompatibilité tissulaire**. Le "non soi " d'un individu est l'ensemble des molécules étrangères à l'organisme (différentes du soi) qui, présentes dans celui-ci, vont déclencher des réactions immunitaires. Elles peuvent être issues du milieu extérieur (vers, virus, bactéries, toxines...) ou être simplement des molécules du soi modifiées (ex : cellules cancéreuses).

La distinction entre les éléments du "soi" et du "non soi" se fait grâce à des molécules glycoprotéiques appelées marqueurs du "soi" situés à la surface de la membrane des cellules nucléées de l'organisme. Ces marqueurs du "soi" déterminent la compatibilité tissulaire. Ils sont appelés antigène du **complexe majeur d'histocompatibilité** (CMH) ou human leukocyte antigens chez l'Homme (HLA). Le CMH est l'expression d'un groupe de gènes liés situés au niveau du bras court du chromosome N°6. On distingue deux classes de CMH :

Le CMH de la classe I est observé sur la membrane plasmique de toutes les cellules nucléées et qui interviennent dans le rejet de greffe alors que le CMH de la classe II est localisé sur la membrane plasmique de certaines cellules immunitaires telles que les lymphocytes et les macrophages.

Le système CMH est absent chez les hématies, car elles sont énucléées (sans noyau), il est remplacé par le système ABO déterminant les groupes sanguins avec l'existence de deux antigènes (agglutinogènes) sur la surface des hématies : antigènes A et B.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous se rapporte au « soi » et au « non soi ».

L'organisme de l'Homme possède une individualité génétique qui se traduit plus particulièrement, en ce qui concerne l'immunité par la présence sur la ...**1**... des cellules nucléées des ...**2**... dont le principal est le ...**3**... (CMH). Le soi est caractérisé par l'ensemble de tous les déterminants antigéniques du Complexe Majeur d'Histocompatibilité ou ...**4**... que possède un individu et, en principe, contre lequel le système immunitaire ne réagit pas, sauf en cas de maladies auto-immunes. On distingue quatre familles d'immunoglobulines : les IgG, les IgE, les IgM et les IgA. Chaque famille d'immunoglobulines est constituée deux ...**5**... et de deux légères qui présente deux sites : un ...**6**... et de fixation de l'antigène variable d'une Ig à l'autre et une partie constante pour toutes les Ig d'une même classe correspondante ou site de fixation de l'Ig sur les ...**7**... de la membrane des ...**8**... Un site encore appelé ...**9**... du CMH. Le ...**10**... est l'ensemble des molécules étrangères à l'organisme qui déclenchent des réactions immunitaires.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :

lymphocytes B ; membrane plasmique ; glycoprotéines ; d'immunoglobulines ; site de reconnaissance ; non soi ; marqueurs du soi ; récepteurs ; chaînes lourdes ; Complexe Majeur d'Histocompatibilité.

SPÉCIMEN

LA MISE EN ÉVIDENCE DE LA DÉFENSE SPÉCIFIQUE ET DE LA RÉACTION IMMUNITAIRE À MÉDIATION HUMORALE

Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la défense spécifique et de la défense spécifique à médiation humorale.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience.***

Le point de l'activité

En vue de mettre en évidence la défense spécifique la réaction immunitaire à médiation humorale et d'identifier es structures de reconnaissance des antigènes et les organes de production et de maturation des cellules immunitaires, des expériences ci-dessous sont réalisées et des observations sont faites au microscope.

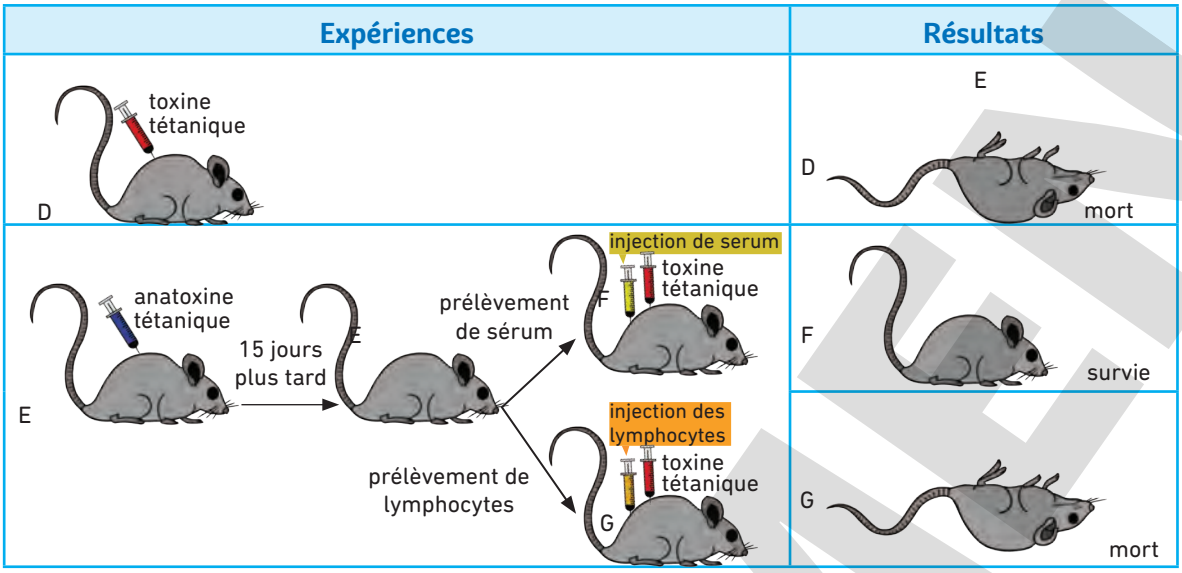
De la toxine tétanique est injectée à une souris D et de l'anatoxine tétanique est injectée à une souris E. Quinze (15) jours plus tard, le sérum de la souris E est prélevé et injecté à une souris F, tandis que ses lymphocytes sont prélevés et injectés à une souris G. De la toxine tétanique est ensuite injectée aux souris F et G. À une souris E, ayant reçu le sérum de la souris B traitée à l'anatoxine tétanique, est injectée dans la toxine diphtérique.

Les résultats des expériences et des observations sont représentés par les documents 3 ; 4 ; 5 et 6.

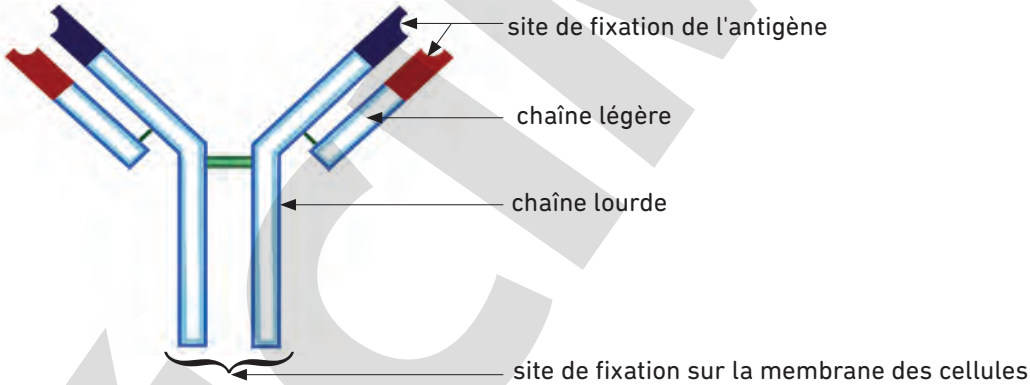
Expériences	Résultats
début témoin A toxine tétanique 15 jours plus tard A	 mort
anatoxine tétanique B toxine tétanique 15 jours plus tard B	 survie
anatoxine tétanique C toxine diphtérique 15 jours plus tard C	 mort

Document 3 : mise en évidence de la défense spécifique

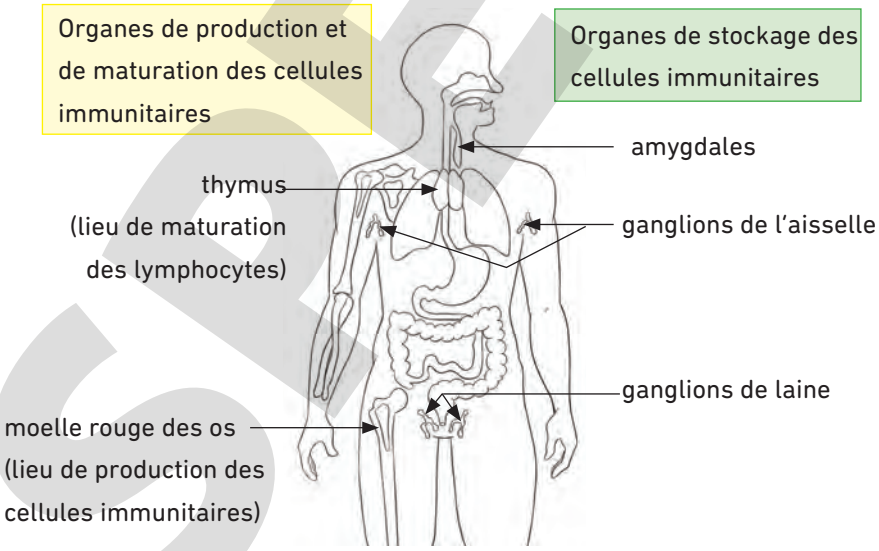
SPÉCIMEN



Document 4 : mise en évidence de la réaction immunitaire à médiation humorale



Document 5 : structure d'une immunoglobuline



Document 6 : organes de production et de maturation des cellules immunitaires

SPÉCIMEN

Activité 2

- *Observe les résultats des expériences du documents 7.*
- *Analyse les résultats des expériences.*
- *Interprète-les.*
- *Déduis la notion de défense spécifique à médiation cellulaire.*

Le point de l'activité

La souris A non traitée à l'anatoxine tétanique et la souris D qui a reçu lymphocytes de la souris B meurent suite à l'injection de la toxine tétanique, tandis que la souris C qui a reçu le sérum de la souris B survit à l'injection de toxine tétanique. Quant à la souris D qui a reçu le sérum de la souris B, elle meurt à la suite de l'injection de la toxine diphtérique.

Le cobaye B survit à la toxine tétanique et le cobaye C ne survit pas à la toxine diphtérique, car l'anatoxine tétanique protège l'animal uniquement contre la toxine tétanique. Cette défense immunitaire dirigée contre un seul antigène est appelée défense spécifique ou immunité spécifique.

La souris D ayant reçu le sérum de la souris B traitée à l'anatoxine survit à l'injection de la toxine tétanique alors que la souris E qui a reçu les lymphocytes vivants de cette même souris (traitée à l'anatoxine) meurt suite à l'injection de la toxine tétanique parce que la défense est assurée par une substance protectrice circulant dans le milieu intérieur de l'animal. Cette substance protectrice qui s'est formée après l'injection d'anatoxine et libérée dans le sérum est une protéine appelée anticorps ou immunoglobuline. Ainsi, l'anatoxine tétanique provoque une **réaction immunitaire à médiation humorale** (RIMH) qui assure la protection de l'organisme contre la toxine tétanique.

Les cellules de l'immunité naissent toutes dans la moelle osseuse (document 6). Ces cellules se différencient puis acquièrent leur maturation dans les organes lymphoïdes centraux. Les lymphocytes B sont formés dans la moelle osseuse et y acquièrent leur maturation ou **immunocompétence** et les lymphocytes T acquièrent leur immunocompétence dans le thymus. Ces lymphocytes sont ensuite stockés dans les **organes lymphoïdes périphériques** (amygdales, végétations adénoïdes, rate et les ganglions lymphatiques).

Les anticorps (document 5), encore appelés **immunoglobulines**, sont des molécules dont la structure spatiale rappelle un "Y". Ils sont sécrétés par les lymphocytes B. Les immunoglobulines sont constituées de quatre chaînes protéiques ou chaînes polypeptidiques reliées par des ponts disulfures : deux chaînes lourdes identiques et deux chaînes légères identiques. Les chaînes lourdes et légères comportent chacune une partie constante et une partie variable. Les deux extrémités variables d'une chaîne lourde et d'une chaîne légère constituent le site de liaison à l'antigène (site anticorps), au nombre de deux exemplaires identiques par molécule. L'autre extrémité d'une chaîne lourde constitue le site de fixation des récepteurs membranaires. Les immunoglobulines (Ig) sont de cinq classes que sont les Ig A, Ig E, Ig D, Ig G et Ig M.

Le **complément** est un ensemble de protéines du sérum, présentes hors de toute immunisation et inactives. L'intrusion de microbes peut stimuler certaines de ces protéines sensibles aux constituants des parois bactériennes. Les immunoglobulines G provoquent l'activation du complément. Le complément activé est capable de détruire des cellules infectées par cytolyse, d'activer des cellules immunitaires et de faciliter la phagocytose des bactéries. Ce complément peut constituer un complexe lytique capable de percer les enveloppes des microbes et entraîner leur lyse.

La défense spécifique est assurée par des anticorps produits par les lymphocytes B du système immunitaire.

SPECIMEN

Vérifie tes acquis

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la réaction immunitaire à médiation humorale.

A- Les lymphocytes B produisent des anticorps qui défendent l'organisme contre les antigènes.
B- Les lymphocytes B reconnaissent tous les antigènes.
C- Les lymphocytes T produisent des anticorps.
D- Les lymphocytes B distinguent les cellules du "soi" de celles du "non soi" grâce au CMH.
E- Les lymphocytes B reconnaissent les antigènes grâces aux anticorps.

Relève les lettres correspondant aux affirmations justes.

LA RÉACTION IMMUNITAIRE À MÉDIATION CELLULAIRE

LA MISE EN ÉVIDENCE DE LA RÉACTION IMMUNITAIRE À MÉDIATION CELLULAIRE

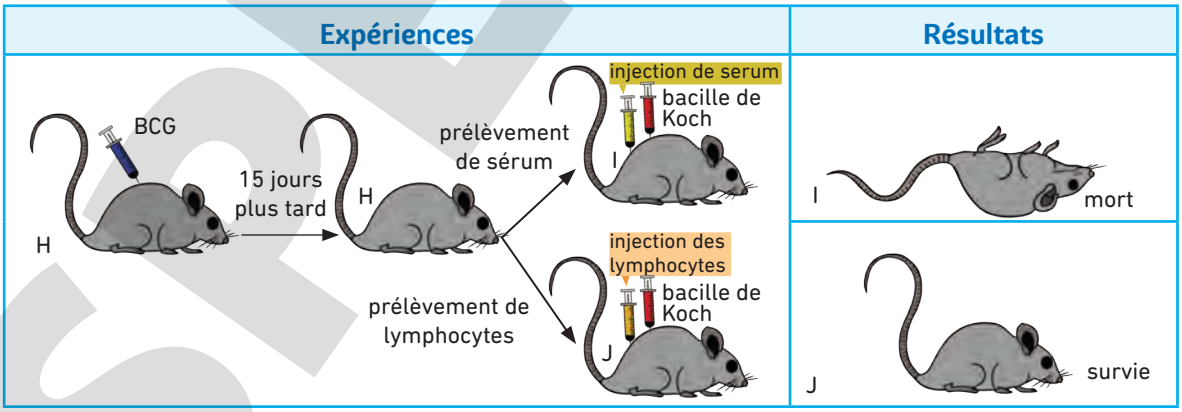
Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de la défense spécifique à médiation cellulaire.***
- ***Décris le protocole expérimental.***
- ***Relève les résultats de l'expérience***

Le point de l'activité

En vue de mettre en évidence la réaction immunitaire à médiation cellulaire, des expériences sont réalisées par des chercheurs.

Des bacilles de Koch atténués sont injectés à une souris H. Quinze (15) jours plus tard, le sérum de la souris H est prélevé et injecté à une souris I, tandis que ses lymphocytes sont prélevés et injectés à une souris J. Des bacilles de Koch sont ensuite injectés aux souris I et J.



Document 7 : mise en évidence de la réaction immunitaire à médiation cellulaire

SPECIMEN

Activité 2

- ***Observe les résultats des expériences des documents 3 et 4.***
- ***Analyse les résultats des expériences.***
- ***Interprète-les.***
- ***Déduis la notion de défense spécifique à médiation cellulaire.***

Le point de l'activité

La souris J qui a reçu les lymphocytes de la souris H survit à l'injection des bacilles de Koch, car les lymphocytes détruisent les bacilles de Koch alors que la souris I meurt suite à l'injection des bacilles de Koch parce que le sérum est dépourvu d'anticorps. La réaction immunitaire développée contre les bacilles de Koch est une **réaction immunitaire à médiation cellulaire**.
La défense spécifique est assurée par des lymphocytes T du système immunitaire.

Vérifie tes acquis

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la défense spécifique.

1- La défense spécifique est assurée par les lymphocytes.

2- La défense spécifique peut être à médiation humorale ou à médiation cellulaire.

3- La défense spécifique est assurée par les macrophages qui détruisent toutes sortes de microbes.

4- La défense spécifique est dite à médiation cellulaire, lorsque les antigènes sont détruits par des anticorps.

5- La défense spécifique est dite à médiation humorale, lorsque les antigènes sont détruits par des anticorps.

6- La défense spécifique est dite à médiation cellulaire, lorsque les antigènes sont détruits par des cellules.

Écris vrai ou faux pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

LE MÉCANISME DES RÉACTIONS IMMUNITAIRES

LE MÉCANISME DE LA RÉACTION IMMUNITAIRE À MÉDIATION HUMORALE

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative aux mécanismes des réactions immunitaires à médiation humorale et cellulaire.***
- ***Relève les résultats de l'observation***

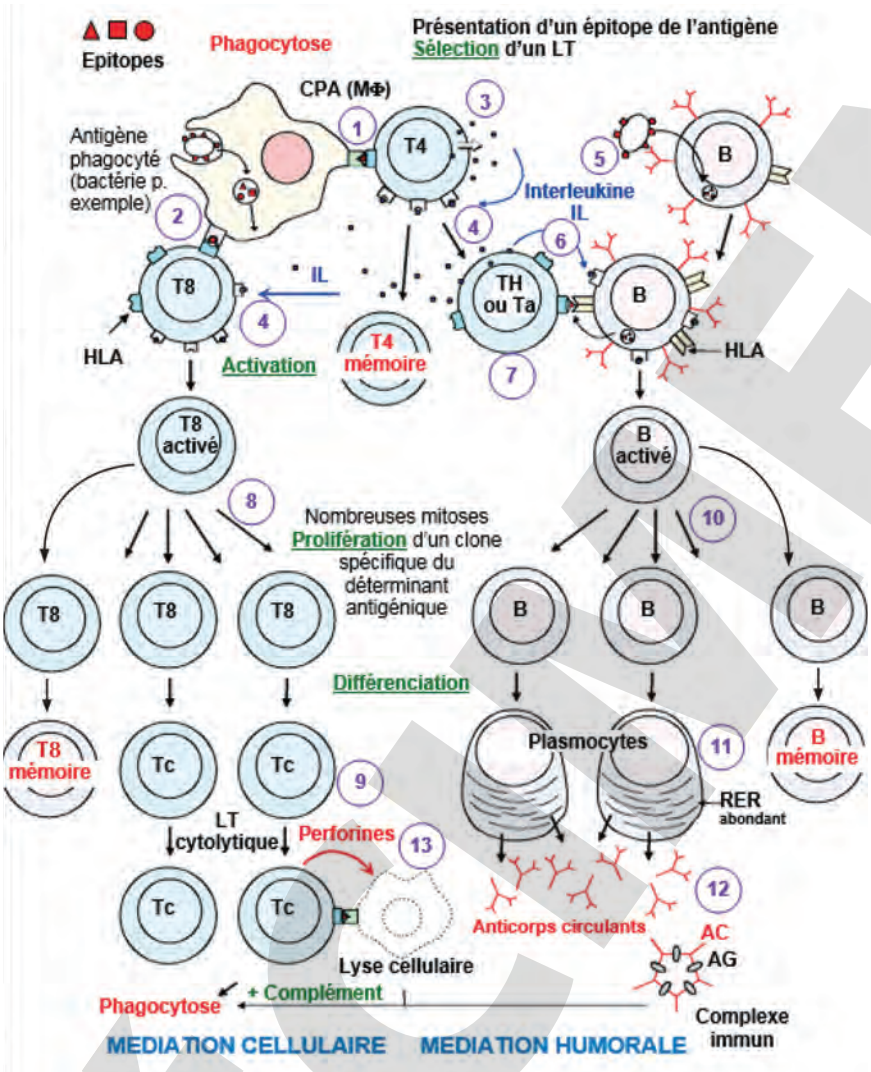
Le point de l'activité

Dans le but de déterminer le mécanisme de la réponse immunitaire, des expériences sont réalisées et des observations sont faites.

Dans un premier temps, à une souris A, de la toxine tétanique est injectée. Dans un deuxième temps, à une souris B ayant reçu préalablement de l'anatoxine tétanique, de la toxine tétanique est injectée 10 jours plus tard. Enfin, à une souris C ayant reçu préalablement de l'anatoxine tétanique, de la toxine diphtérique est injectée 10 jours plus tard (document 1).

Les résultats sont représentés par le document 9.

SPECIMEN



Document 8 : le mécanisme de la réaction immunitaire à médiation cellulaire

Activité 2

- ***Observe le schéma du document 8.***
- ***Analyse le document.***
- ***Interprète-les.***
- ***Déduis la notion de coopération cellulaire.***

Le point de l'activité

Les réactions immunitaires spécifiques se déroulent en trois principales étapes : la phase d'identification ou de reconnaissance de l'antigène ou phase d'induction, la phase d'activation, de multiplication et de différenciation des lymphocytes et la phase effectrice (document 5).

Lorsque l'antigène pénètre dans l'organisme, les macrophages l'identifient comme un « non soi ». Ils le phagocytent et le dégradent partiellement et conservent les déterminants antigéniques ou épitropes. Ces déterminants antigéniques migrent à la surface du macrophage qui les met

SPECIMEN

en contact avec les lymphocytes voisins : c'est la **présentation de l'antigène**. À la surface des macrophages (cellules présentatrices), les épitopes sont associés à une molécule du CMH, et c'est cet ensemble qui est reconnu par les récepteurs des lymphocytes T : on parle **de double reconnaissance**. Grâce à leurs anticorps membranaires qui sont des récepteurs particuliers, le lymphocyte B est capable de reconnaître directement un antigène isolé ou exposé à la surface du macrophage. Le macrophage transmet ainsi une information aux lymphocytes B et T possédant des récepteurs compatibles avec les épitopes de l'antigène, et ils sont ainsi sélectionnés parmi les différents lymphocytes : c'est **la sélection clonale**.

Les lymphocytes B et T sélectionnés sont alors activés. Ils vont se multiplier par des mitoses successives. La plupart d'entre eux se différencient et deviennent des cellules effectrices. Les lymphocytes B se différencient en plasmocytes sécréteurs d'anticorps et caractérisés par un important ergastoplasme et les lymphocytes T_8 se différencient en lymphocytes T cytotoxiques (LTc). De nombreux autres lymphocytes activés arrêtent les différenciations et deviennent des lymphocytes à vie longue : ce sont les **lymphocytes (B et T) mémoire**. Ils gardent la mémoire d'un antigène ayant provoqué leur activation et sont à l'origine de la réponse immunitaire secondaire plus rapide et de grande ampleur, en cas de nouvelle rencontre avec l'antigène. La **multiplication et la différenciation** des lymphocytes activés se font sous le contrôle des lymphocytes T_4 sensibilisés par l'antigène qui sécrètent des messages chimiques (facteurs de multiplication et de différenciation) appelés les **interleukines**.

Certains lymphocytes T sont indispensables à un déroulement efficace de la réponse immunitaire. Il s'agit des lymphocytes T régulateurs qui sont soit des facilitateurs de réponse immunitaire (Th, h pour helpers ou facilitateurs ou auxiliaires), soit des suppresseurs de réponse immunitaire en freinant la réponse immunitaire (Ts, s pour suppresseurs), des lymphocytes à lymphokine qui créent l'inflammation par mobilisation des cellules phagocytaires (les lymphokines véhiculent les messages destinés aux autres cellules effectrices), les lymphocytes T_4 qui induisent la réponse immunitaire.

Deux types de réponses se développent en fonction des cellules effectrices. Leur importance et leur efficacité dépendent de la nature de l'antigène.

Dans le cas des antigènes solubles ou de la plupart des bactéries, les plasmocytes sécrètent des anticorps circulants, spécifiques du déterminant antigénique reconnu comme non-soi. L'anticorps fixe l'antigène grâce à son site de liaison à antigène. La liaison de l'anticorps à l'antigène, formant le **complexe immun**, aboutit à la neutralisation de l'antigène et s'achève par sa destruction (phagocytose et/ou activation du complément). Ce type de réaction immunitaire faisant intervenir les **anticorps** est la réponse immunitaire à médiation humorale.

Dans le cas des cellules infectées par des virus ou des bactéries endocellulaires (cas du bacille de Koch), des cellules cancéreuses ou des greffes, les lymphocytes T cytotoxiques se fixent

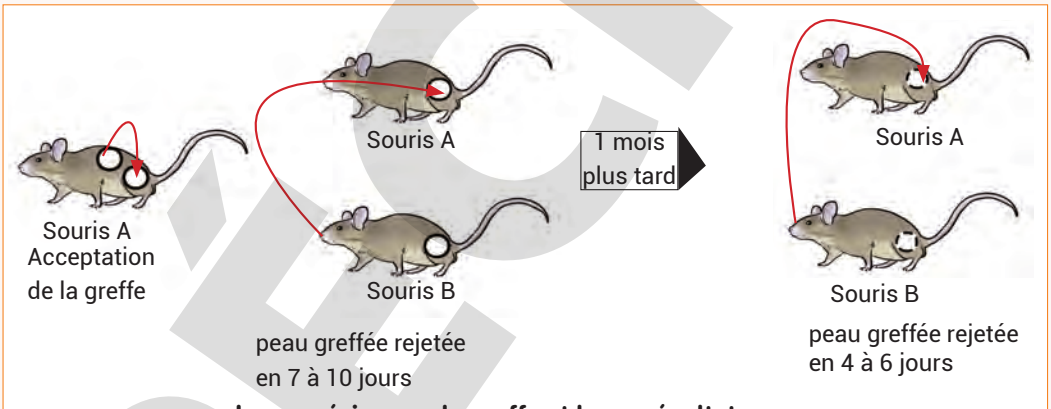
SPÉCIMEN

sur ces cellules grâce à des récepteurs antigéniques de leur membrane plasmique et libèrent une enzyme appelée perforine. Cette enzyme s'incorpore à la membrane de la cellule infectée et crée des pores dans la membrane des cellules infectées et permettent l'entrée d'eau dans ces cellules infectées. Ces cellules gonflent et finissent par éclater : c'est la **cytolyse** ou destruction de la cellule infectée (documents 8). Ce type de réaction immunitaire faisant intervenir les **LTc** est la réponse immunitaire à médiation cellulaire.

Selon la nature de l'antigène, il peut avoir une prépondérance de l'une ou l'autre réaction au cours de laquelle il existe une collaboration entre les macrophages et les lymphocytes ou entre les lymphocytes B sensibilisés et certains lymphocytes T dits lymphocytes T facilitateurs. Cette collaboration peut se faire par des contacts cellulaires et par la sécrétion des substances chimiques (interférons) : c'est la **coopération cellulaire**.

Utilise tes acquis

Un groupe d'élèves de Terminale D, à la fin de la leçon sur le cours d'Immunologie, décide de s'exercer en vue de mieux comprendre ce cours et de préparer le prochain devoir surveillé de SVT. Il découvre dans un manuel de biologie, l'expérience ci-dessous, traduisant le mécanisme d'acceptation (souris A) ou de rejet de greffes, lorsqu'on réalise une greffe de peau d'une souris A sur une souris B ; et qu'on recommence un mois plus tard.



Les expériences de greffe et leurs résultats

Le groupe d'élèves qui éprouve des difficultés pour comprendre ce mécanisme d'acceptation ou de rejet de greffe, te sollicite pour les aider à comprendre l'expérience.

1- Analyse les résultats de cette expérience.

2- Explique ces résultats.

3 - Déduis le type de réaction immunitaire mis en jeu.

SPECIMEN

Retiens l'essentiel

La reconnaissance par les cellules de l'immunité d'antigènes du non-soi ou du soi modifié déclenche des réactions immunitaires non spécifique lorsqu'elles sont indépendantes de la nature de l'antigène ou spécifiques lorsqu'elles sont dirigées contre un antigène donné. La distinction entre les éléments du soi et du non soi se fait grâce au complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) ou human leukocyte antigens chez l'Homme (HLA).

La peau, les muqueuses, les larmes, la salive, les bactéries non pathogènes du tube digestif, etc. constituent des barrières naturelles qui empêchent les agents pathogènes (non soi) d'atteindre les tissus. À la faveur d'une plaie, les microbes pénètrent dans l'organisme et infectent les tissus. Cette intrusion des microbes s'accompagne d'une réaction inflammatoire. Elle a lieu au point de l'infection et est caractérisée par une douleur, un gonflement, une rougeur et une chaleur. Au niveau de l'infection, les phagocytes (macrophages, monocytes, granulocytes) dégradent les bactéries par phagocytose et l'infection ne se propage pas. Dans le cas contraire, l'infection se poursuit jusqu'aux ganglions lymphatiques qui connaissent une augmentation de volume accompagnée souvent de douleur : c'est la réaction ganglionnaire. Lorsque l'étape ganglionnaire, le foie, les reins et les poumons sont franchis, les microbes atteignent le sang et se propagent dans tout l'organisme : c'est la réaction généralisée ou septicémie.

La défense spécifique fait intervenir deux types de cellules immunitaires : les lymphocytes B et T. Les réactions immunitaires spécifiques sont de deux types : les réponses immunitaires à médiation humorale et cellulaire qui se déroulent en trois phases. Au cours de la phase de reconnaissance de l'antigène, le macrophage présente le déterminant antigénique aux lymphocytes. Au cours de la phase d'activation, de multiplication et de différentiation, les lymphocytes activés se multiplient et se différencient sous le contrôle des lymphocytes T4 qui produisent les interférons. Les lymphocytes B se transforment en plasmocytes producteurs d'anticorps et en lymphocytes B mémoire. Les lymphocytes T8 se différencient en lymphocytes T cytotoxiques et en lymphocytes T8 mémoire.

Au cours de la phase effectrice, les plasmocytes produisent des anticorps (immunoglobulines) qui fixent l'antigène et forment le complexe immun. L'antigène neutralisé est détruit par phagocytose. Les lymphocytes T cytotoxiques (cellules tueuses) entrent en contact avec la cellule infectée et libèrent une enzyme appelée perforine. Cette enzyme s'incorpore à la membrane de la cellule infectée et crée des pores dans la membrane des cellules infectées qui permettent l'entrée d'eau dans ces cellules infectées aboutissant à la lyse de la cellule.

Les macrophages, les lymphocytes B et les lymphocytes T coopèrent pour rendre la réponse immunitaire plus efficace.

SPECIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives à la défense de l'organisme contre les corps étranger.

1 - Le CMH se trouve uniquement chez les lymphocytes B.

2 - Les plasmocytes sont des cellules différenciées qui sécrètent les anticorps.

3 - Les macrophages peuvent présenter les épitopes directement aux lymphocytes B.

4 - Le phagolysosome se forme à la phase d'adhésion lors de la phagocytose.

5 - Les lymphocytes T auxilliaires mettent fin à la réaction immunitaire.

6 - La formation du complexe immun se fait lors de la différenciation du lymphocyte B en plasmocyte.

7 - Le complexe immun est constitué du plasmocyte et de l'antigène.

8 - La réponse immunitaire à médiation humorale a pour support les anticorps et pour effecteur les lymphocytes B.

9 - La destruction d'une cellule cancéreuse se fait lors de la réponse immunitaire à médiation humorale.

10 - Les molécules du CMH de classe I sont exprimées par toutes les cellules nucléées.

Réponds par « vrai » ou « faux » à chaque affirmation, en utilisation les chiffres.

2 En réponse à la consigne suivante : « énumère quelques caractéristiques de la réponse immunitaire lors du 2e contact de l'organisme avec l'antigène », des élèves font les propositions suivantes :

Lors du deuxième contact avec un antigène :

1 - différents clones de lymphocytes B sont sélectionnés ;

2 - la réponse immunitaire adaptative est immédiate ;

3 - seul un clone de lymphocytes B et T4 est sélectionné.

4 - la réponse immunitaire est plus rapide et quantitativement plus importante ;

5 - la réponse immunitaire est plus lente et quantitativement plus importante ;

6 - la réponse immunitaire est plus rapide et quantitativement moins importante.

Relève les lettres des propositions justes.

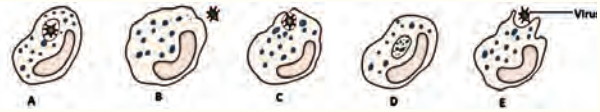
3 Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des différents types d'immunité.

Type d'immunité	Caractéristiques
1- Défense immunitaire innée 2- Défense immunitaire acquise	a- Absence de mémoire immunitaire b- Défense moins rapide c- Spécificité d- Défense rapide e- Présence de mémoire immunitaire f- Absence de spécificité

Associe chaque type d'immunité à ses caractéristiques, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPÉCIMEN

4 Les schémas ci-dessous présentés dans le désordre sont relatifs aux étapes du processus de destruction d'un virus. par un macrophage.



Range ces étapes dans l'ordre logique du déroulement de la phagocytose.

5 Le texte ci-dessous est relatif aux mécanismes de l'immunité spécifique.

Les lymphocytes B et les lymphocytes T n'agissent pas de la même manière. Les lymphocytes B surveillent le milieu extracellulaire tandis que les lymphocytes T surveillent les membranes cellulaires. Ainsi, la présence d'un ...1... dans le sang ou la lymphe est détectée par des...2... Sous l'action d'interleukines sécrétées par des ...3... activés, ces lymphocytes B se multiplient et se différencient en lymphocytes B mémoires et en...4... sécréteurs ...5... ou immunoglobulines. La liaison antigène-anticorps forme des ...6... éliminés ensuite par...7... C'est le mécanisme de la réaction immunitaire spécifique à ...8... Les cellules étrangères, anormales et infectées, qui présentent un soi modifié sont détectées par les ...9... et les lymphocytes T_4 portant des récepteurs spécifiques de ce soi modifié. Les lymphocytes T_8 ainsi sélectionnés se multiplient sous l'action d'interleukines sécrétées par des lymphocytes T_4 activés, puis se différencient en lymphocytes T_8 mémoires et en ...10.... (Tc) qui détruisent les antigènes ou les cellules infectées par contact direct, grâce à la perforine qu'ils sécrètent : on parle de « baiser mortel ». C'est le mécanisme de la réaction immunitaire spécifique à ...11.... Au centre des réactions spécifiques se trouvent donc les lymphocytes T_4 ou lymphocytes T axillaires (Ta) qui en sont les pivots.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :

antigène ; lymphocytes B ; lymphocytes T_8 ; médiation humorale ; phagocytose ; complexes immuns ; lymphocytes T cytotoxiques ; médiation cellulaire ; d'anticorps ; lymphocytes T_4 ; plasmocytes.

6 Les groupes de mots suivants se rapportent aux caractéristiques du mécanisme de la réaction immunitaire à médiation cellulaire :

1 - clone de LT8 ;
2 - présence des LTC ;
3 - présentation des épitopes ;
4 - sécrétion de la perforine ;
5 - lyse des cellules infectées ;
6 - phagocytose.

Range-les selon qu'ils se rapportent à la phase de reconnaissance (A), à la phase d'activation (B), à la phase de différenciation (C) ou à la phase effectrice (D), en utilisant les lettres et les chiffres.

7 Les séries de propositions ci-dessous sont relatifs à la défense de l'organisme.

1- La réaction immunitaire à médiation humorale :

b- a pour support les lymphocytes B et pour effecteur les anticorps ;
c- est assurée par les lymphocytes cytotoxiques ;
d- aboutit à la destruction des cellules infectées.

2- Au cours de la réponse immunitaire non spécifique, il se produit :

a- une sécrétion d'anticorps ;
b- la phagocytose ;
c- la formation du complexe immun.

3- Les molécules du CMH :

a- permettent d'identifier les corps étrangers ;
b- sont situées sur le bras court du chromosome 10 de l'Homme ;
c- sont présentes au

SPECIMEN

4- Dans une xérogreffe :

a- le greffon est accepté ;

b- le greffon est rejeté ;

c- le receveur secrète des anticorps.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

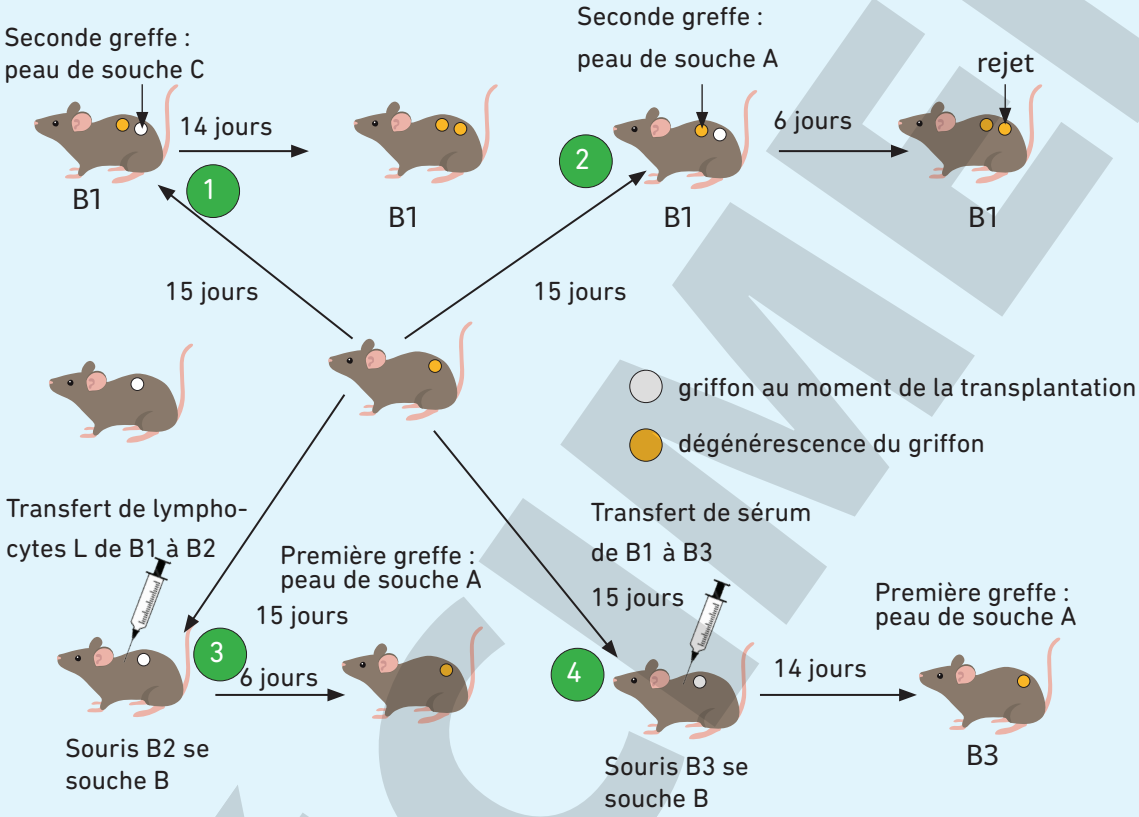
8 Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à l'immunité spécifique ou acquise.

L'immunité spécifique ou ....**1**.... est adaptée à chaque agent infectieux. Elle peut être humorale et cellulaire. Les acteurs principaux de cette défense spécifique sont les lymphocytes B et les lymphocytes T. La réaction immunitaire à médiation humorale est mise en œuvre lorsque l'antigène est ..**2**.. (bactérie, toxine ou parasite) et fait intervenir des ... **3**... Ceux-ci reconnaissent un antigène moléculaire, le plus souvent présenté par une cellule présentatrice de l'antigène. Ces lymphocytes peuvent également reconnaître directement les ...**4**... libres existant dans le milieu intérieur ou les antigènes inclus dans les membranes des bactéries, des virus etc. Ensuite, ils se différencient en ...**5**... qui sécrètent des ...**6**.... Ces molécules se lient aux antigènes pour former le complexe immun qui neutralise l'agresseur. Par contre, la réaction immunitaire à médiation cellulaire vise les .. **7**.. par des agents étrangers (virus, bactéries, parasites), les cellules ..**8**.. ou les cellules d'un ..**9**.. Elle fait intervenir des lymphocytes T auxiliaires qui activent les lymphocytes T8. Ceux-ci se différencient en ..**10**.. qui se fixent à ces cellules et provoquent leur destruction.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : anticorps ; acquise ; plasmocytes ; cancéreuses ; extracellulaire ; greffon étranger ; antigènes ; lymphocytes T cytotoxiques ; lymphocytes B ; cellules infectées.

SPÉCIMEN

1 En consultant un livre de son grand frère inscrit à l'UFR des sciences médicales, un élève de terminale D découvre des greffes réalisées entre différentes souches de souris. Il constate que le temps mis par une même souris pour rejeter les greffons peut varier d'une à deux semaines. Il te sollicite alors pour l'aider à comprendre ce phénomène en te proposant le document ci-dessous extrait du livre.



Document

1-Analyse les résultats des expériences

2- Interprète-les.

3- Déduis le type d'immunité mis en jeu dans cette réaction.

2 Lors d'une séance de vaccination, ton camarade de classe refuse de se faire vacciner sous prétexte qu'il a été déjà vacciné contre cette maladie. L'infirmier lui explique que le rappel du vaccin permet de mieux se protéger contre les maladies. Surpris, il te sollicite. Tu t'appuies sur le document ci-dessous pour lui expliquer.

Date : jour par rapport à la 1re injection	-1	0	7	14	21	35	42	50	305
Quantité d'anticorps antitétanique dans le sang (UI.m/L)	0	0	0,02	0,03	0,08	0,2	0,3	12	5

1re injection ; 1er rappel ; 2e rappel

1-Analyse les résultats du tableau.

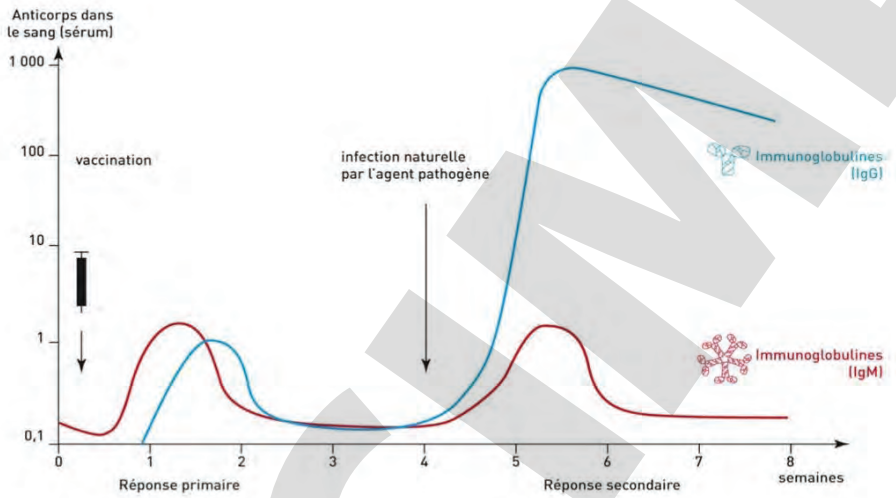
2- Interprète-les.

3- Déduis l'importance du rappel du vaccin.

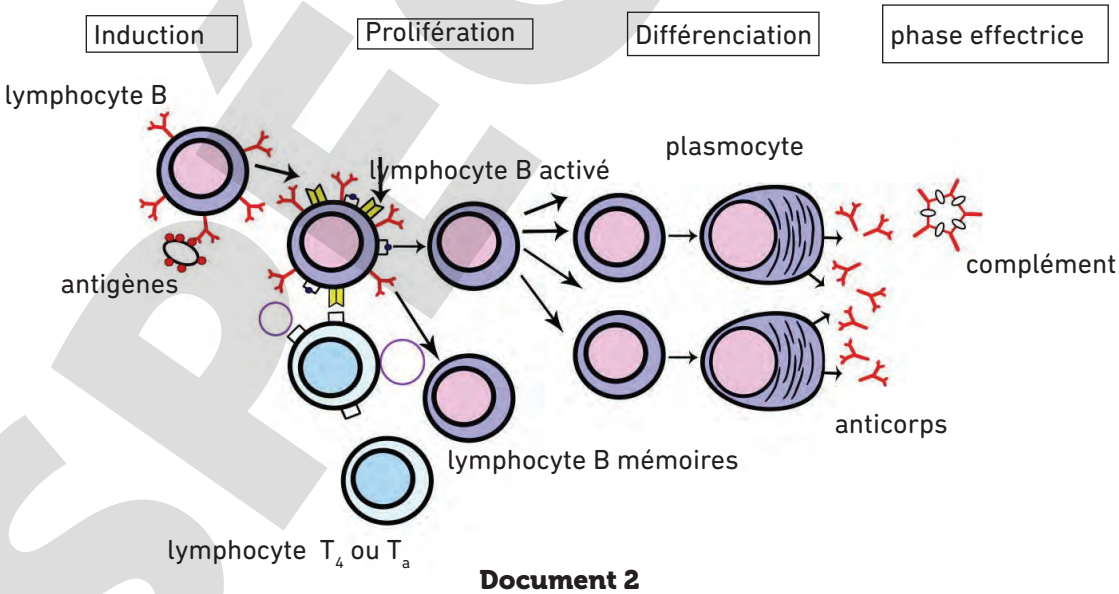
SPÉCIMEN

Le club scientifique, en collaboration avec l'institut d'hygiène de ton établissement, organise une semaine de vaccination contre la fièvre typhoïde. Au cours du passage des élèves de 1re A au centre de vaccination, un élève demande au médecin de les informer sur l'impact de celle-ci sur l'organisme. Le médecin affirme que l'organisme des individus vaccinés pourra se défendre efficacement contre toute infection par l'agent pathogène de la fièvre typhoïde.

Avide de comprendre la défense de l'organisme contre les agents pathogènes, il effectue des recherches sur les vaccins et découvre dans un manuel d'immunologie les documents ci-dessous.

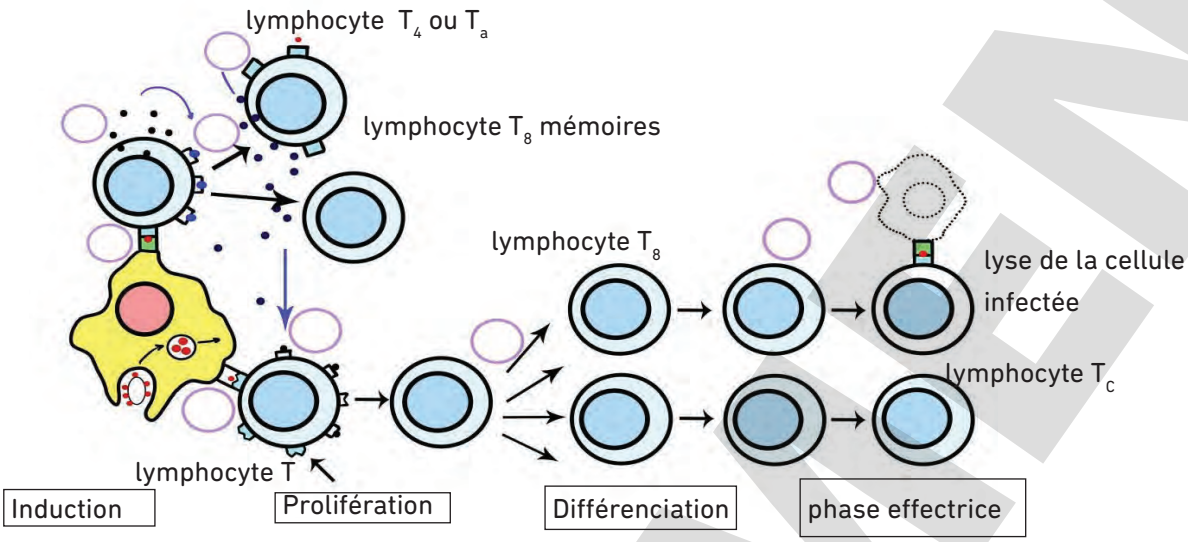


Document 1

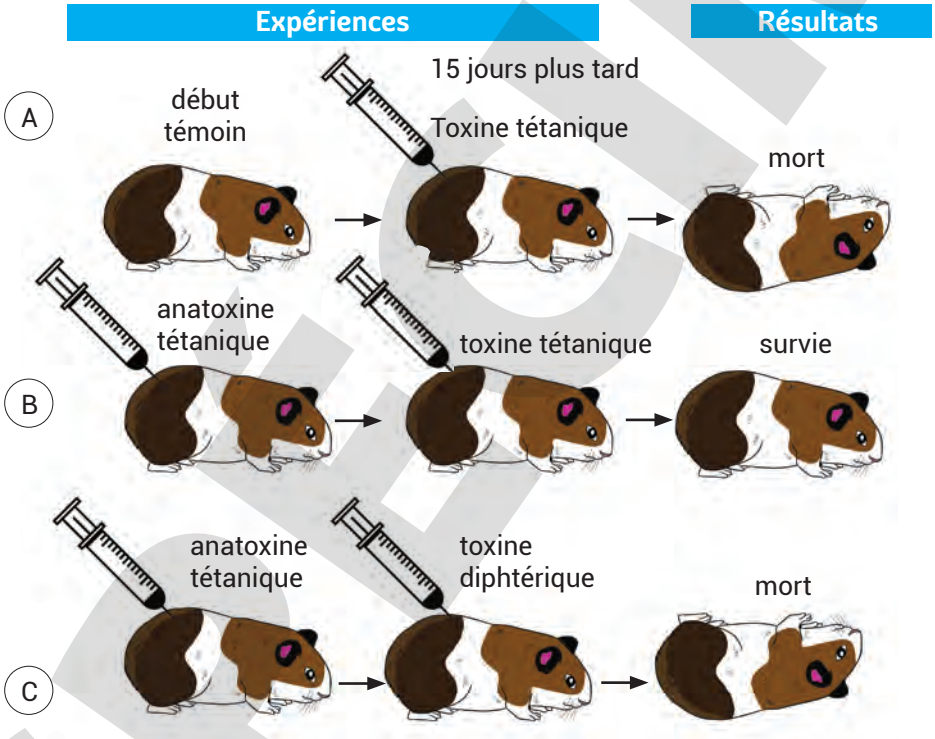


Document 2

SPÉCIMEN



Document 3



Document 4

1- Explique le mode d'action du vaccin contre la fièvre typhoïde

2- Déduis l'importance du rappel du vaccin.

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de la défense de l'organisme revêt une importance capitale, car elle permet de connaître les cellules du système immunitaire, leurs rôles et leur mode d'action. Elle permet de créer de nouvelles races d'animaux ou de nouvelles variétés de plantes résistantes aux parasites et plus productrices de viande ou de lait chez les animaux d'élevage.

Les maladies auto-immunes

Les maladies auto-immunes résultent d'un dysfonctionnement du système immunitaire qui conduit ce dernier à s'attaquer aux constituants normaux de l'organisme. C'est par exemple le cas dans le diabète de type 1, la sclérose en plaques ou encore la polyarthrite rhumatoïde.
Le diabète de type 1, caractérisé par la présence d'un excès de sucre dans le sang appelé hyperglycémie, est dû à un arrêt de production d'insuline par le pancréas. C'est le type de diabète le plus fréquent chez l'enfant et l'adolescent. Cette maladie auto-immune est favorisée par une prédisposition génétique. Il se manifeste par une augmentation du besoin d'uriner, qui devient fréquent et survient nuit et jour, avec des urines abondantes (polyurie), une augmentation de la soif (polydipsie), une perte de poids malgré un appétit qui augmente et une fatigue importante ou une vision trou.

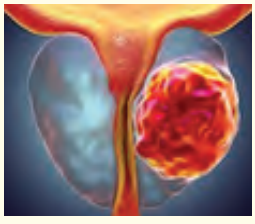
Détection du diabète de type 1

Le **cancer du sein** est une maladie caractérisée par la croissance incontrôlée de cellules mammaires anormales qui forment alors des tumeurs. Si rien n'est fait, les tumeurs peuvent se propager dans l'organisme et avoir une issue fatale. Elle se manifeste par une grosseur au niveau d'un sein, non douloureuse perçue lors de l'autopalpation, la déformation du sein apparue récemment, la rétraction ou déviation du mamelon, la rougeur, l'œdème et la chaleur d'une zone du sein. Les facteurs de risque liés à l'âge. En effet, près de 80% des cancers du sein se développent après 50 ans. Les facteurs de risque liés à nos modes de vie tels que la consommation d'alcool et de tabac, un surpoids ou encore pas ou peu d'activité physique peuvent favoriser l'apparition d'un cancer du sein.

Une tumeur cancéreuse

Le cancer du sein

Le **cancer de la prostate** est une tumeur maligne développée à partir de cellules de la prostate, glande de l'appareil génital masculin. Dans 90 % des cas, le cancer de la prostate est un adénocarcinome résultant de la transformation maligne progressive de cellules épithéliales qui forment le revêtement de la prostate.
Le cancer de la prostate fait partie des cancers dits hormonosensibles. Les hormones masculines, en particulier la testostérone, stimulent ainsi son développement. L'hormonothérapie, utilisée en traitement, vise ainsi à une « castration chimique » en réduisant considérablement le taux de testostérone chez le patient.



Le cancer de la prostate

Le **cancer du poumon** est la cause la plus fréquente de décès liés au cancer. Même si les hommes sont plus susceptibles de recevoir un diagnostic de cancer du poumon que les femmes, les taux chez les hommes sont à la baisse. Le cancer du sein est le cancer le plus souvent diagnostiqué chez les femmes.

Le cancer du poumon

SPÉCIMEN

Leçon

2

L'INFECTION DE L'ORGANISME PAR LE VIH

Habiletés et Contenus

Apprends à :

- annoter le schéma de l'ultrastructure du VIH ;
- décrire l'ultrastructure du VIH ;
- expliquer le mécanisme d'infection du lymphocyte T_4 par le VIH ;
- dégager les conséquences de l'infection du lymphocyte T_4 par le VIH ;
- déduire la notion de dysfonctionnement du système immunitaire ;
- proposer des mesures de protection contre l'infection au VIH, un traitement du VIH/SIDA et des comportements responsables à adopter en cas d'infection au VIH.

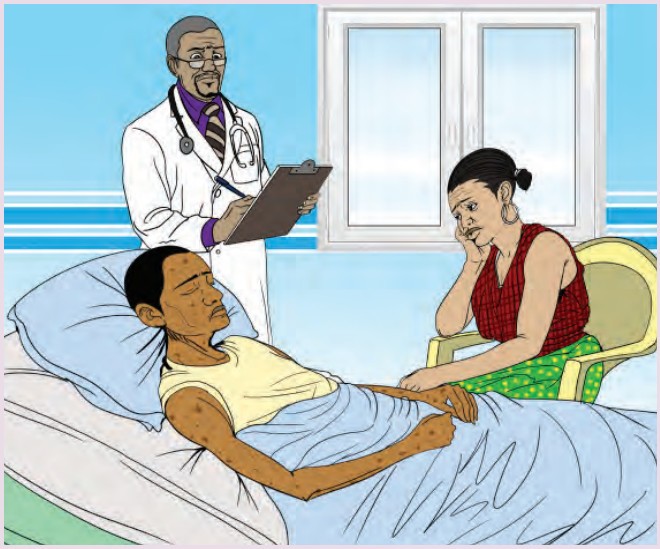
Tes prérequis

Le VIH (Virus de l'immunodéficience Humaine) est l'agent pathogène du SIDA (Syndrome de l'Immunodéficience Acquise). Il infecte les lymphocytes T_4 (LT_4) et les détruit. Cette destruction des LT_4 entraîne l'affaiblissement du système de défense de l'organisme qui est exposé aux autres agents pathogènes à l'origine de maladies opportunistes.

Situation d'apprentissage

La tante d'un élève de Terminale D de ton établissement est très inquiète depuis que son fils est très souffrant. Il tousse toute la nuit et a une diarrhée à profusion. Son corps est couvert de taches brunes et il est devenu maigre. Le médecin consulté, après des examens sérologiques informe la famille que l'enfant est infecté par le VIH.

Soucieux de comprendre l'infection de l'organisme par le VIH, il informe ses élèves de classe du diagnostic. Endécident d'identifier les manifestations extérieures et les voies d'infection de l'organisme par le VIH, d'expliquer le mécanisme de cette infection ainsi que les moyens pour l'éviter.



SPECIMEN

LA STRUCTURE DU VIH

L'ULTRASTRUCTURE DU VIH

Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative à la structure du VIH.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

Une observation est faite au microscope, en vue d'identifier la structure du virus de l'immunodéficience humaine.

Le résultat de l'observation est représenté par les figures 1 et 2 du document 1.

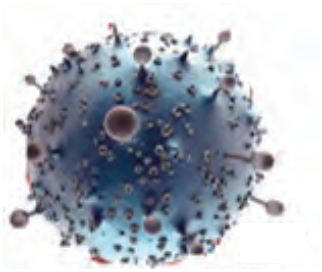


Figure 1 : microphotographie du VIH

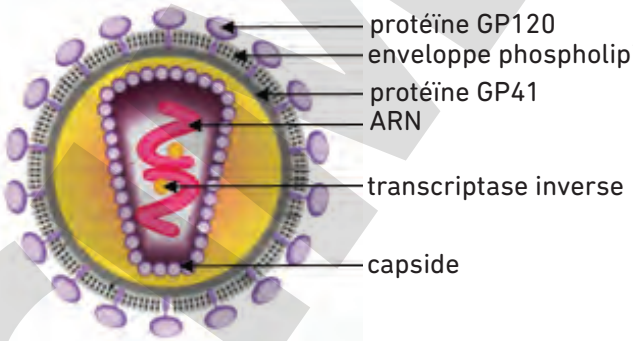


Figure 2 : schéma de l'ultrastucture du VIH

Document 1 : microphotographie et ultrastructure du VIH

Activité 2

- ***Observe les figures du document 1.***
- ***Décris l'ultrastructure du VIH.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Le VIH (Virus de l'Immunodéficience Humaine), l'agent pathogène du SIDA, est constitué, de l'extérieur vers l'intérieur, d'une enveloppe phospholipidique portant à sa surface les protéines gp 120 et d'une couche de protéines gp 41 sur sa face interne, d'une capside à l'intérieur de laquelle se trouvent deux molécules d'ARN viral portant chacune une transcriptase inverse.

La taille du VIH est de l'ordre de 120 nm. Il est de très petite taille.

Le virus de l'immunodéficience humaine infecte l'organisme grâce à sa structure particulière.

SPÉCIMEN

Vérifie tes acquis

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à la structure du VIH.

Le SIDA, Syndrome Immuno Déficience Humaine a pour ....1.... le virus de ....2.... (VIH). Il est limité par une ....3.... et de glycoprotéines 120 (GP120). À l'intérieur, on a une première ....4.... de protéines 1 et une deuxième couche de ....5.... qui constitue la ....6.... renfermant le matériel génétique viral formé d' ....7.... et une enzyme appelée ....8....

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : protéines ; transcriptase inverse ; agent pathogène ; ARN ; enveloppe lipidique ; capside protéique ; l'Immunodéficience Humaine ; couche.

LE MÉCANISME DE L'INFECTION DU LYMPHOCYTE T_4 PAR LE VIH

LES ÉTAPES DE L'INFECTION DU LYMPHOCYTE T_4 PAR LE VIH

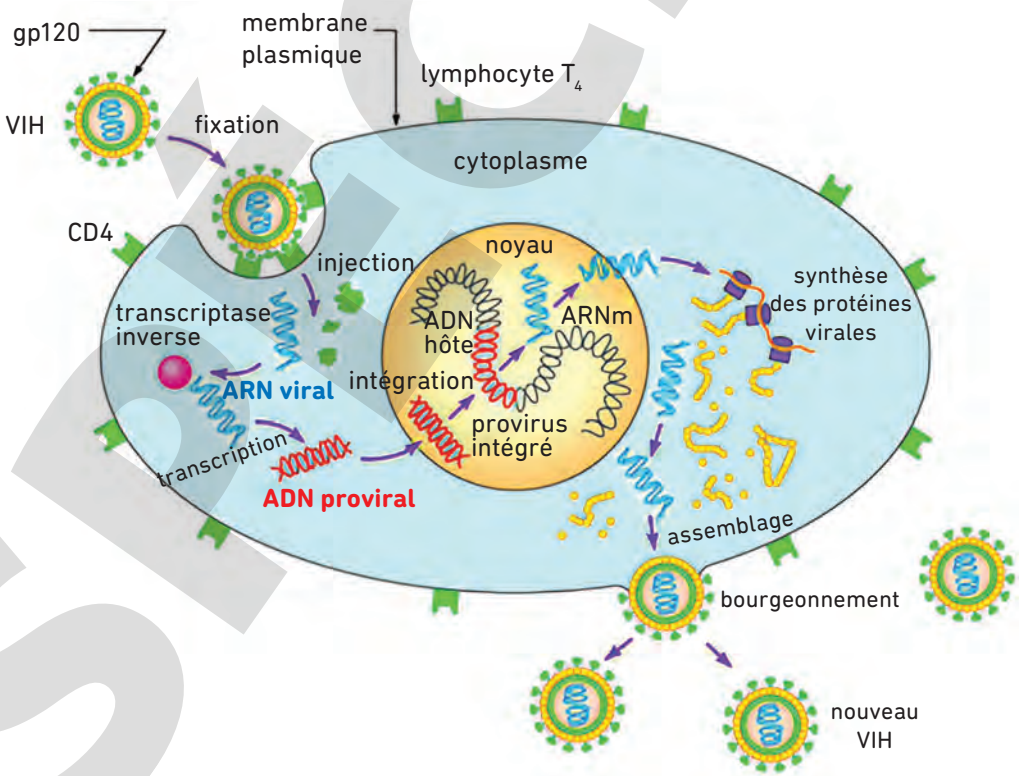
Activité 1

- ***Observe des images ou visualise une vidéo relative mode d'action du VIH dans l'organisme.***
- ***Relève les résultats de l'observation.***

Le point de l'activité

L'évolution du VIH dans l'organisme est observée au microscope électronique, en vue de déterminer sa cible et son mode d'action.

Les résultats des observations sont représentés par le document 2.



Document 2 : les étapes de l'infection du lymphocyte T_4 par le VIH

SPECIMEN

Activité 2

- ***Observe le schéma du document 2.***
- ***Décris le mécanisme d'infection du lymphocyte T4 par le VIH.***
- ***Tire une conclusion.***

Le point de l'activité

Le mécanisme d'infection du lymphocyte T_4 (LT_4) par le VIH se déroule en cinq principales étapes qui sont dans l'ordre la fixation du VIH sur LT_4, l'injection du matériel génétique du VIH dans le LT_4, la transcription de l'ARN viral en ADN proviral, l'intégration de l'ADN proviral dans l'ADN du LT_4 et la multiplication du virus.

Le **VIH** se fixe sur la membrane des **lymphocytes T_4** portant les récepteurs CD_4 dont la structure est complémentaire à celle de la protéine gp120 du virus.

Après la **fixation du VIH** sur le lymphocyte T_4, la protéine GP120 perfore la membrane du lymphocyte et l'enveloppe du VIH fusionne avec la membrane du lymphocyte T_4. Le **matériel génétique** du VIH constitué de deux molécules d'ARN et la transcriptase inverse sont injectés dans le cytoplasme du lymphocyte T_4. Grâce à la **transcriptase inverse**, l'**ARN viral** est transcrit en ADN proviral. De ce fait, le VIH est qualifié de rétrovirus. L'**ADN proviral** entre dans le noyau du lymphocyte T_4 et une enzyme produite par le virus sectionne l'ADN du lymphocyte T_4, permettant son **intégration à l'ADN du lymphocyte T_4.** À ce stade, le virus peut subsister à l'état latent dans les lymphocytes T_4 du sujet infecté plusieurs années sans provoquer de maladie. Le sujet est dit **porteur asymptomatique** ou porteur sain ou encore **séropositif.** Cependant, il peut transmettre la maladie.

L'ADN proviral est transcrit en ARN messager et en ARN viral. L'ARN messager permet la synthèse des protéines virales qui s'assemblent pour former de nouveaux virus qui sortent du lymphocyte T_4 par bourgeonnement, provoquant ainsi sa destruction. Ces nouveaux virus formés gagnent le flux sanguin et propagent l'infection aux autres lymphocytes T_4 non encore infectés. De plus en plus de lymphocytes T_4, qui jouent un rôle essentiel dans la défense de l'organisme, sont détruits et le système immunitaire de l'individu se dégrade. D'où l'**affaiblissement du système immunitaire.**

Le VIH infecte les LT_4 selon un mécanisme qui se déroule en plusieurs étapes. Cette infection aboutit à la multiplication du virus et à la destruction des lymphocytes T_4.

Vérifie tes acquis

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte au mécanisme d'infection de l'organisme par le VIH.

Le VIH (Virus de l'Immunodéficience Humaine) pénètre dans l'organisme par ...**1**... ou par voie sanguine ou encore par voie ...**2**... lors de la grossesse, pendant l'accouchement ou l'allaitement. Une fois dans l'organisme, grâce au ...**3**... à leur surface, le VIH s'attaque aux cellules qui possèdent des ...**4**... CD_4 en particulier les lymphocytes T_4 (LT_4). Il se fixe sur le LT_4 et injecte dans son cytoplasme l'...5... et la transcriptase inverse. L'ARN viral est transformé en ADN proviral grâce à la ...**6**... L'ADN proviral pénètre dans le noyau et s'incorpore au ...**7**... du

SPÉCIMEN

LT_4 puis est transcrit en ...8... qui par la suite est traduit en de nombreuses protéines virales. Ces dernières s'...9... pour donner de nombreux ...10... qui sont libérés par ...11... à la surface de la cellule infectée qui meurt. Les virus libérés s'attaquent à d'autres ...12... et l'infection se poursuit.

Complète le texte en avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :
assemblent ; protéines membranaires ; virus ; ARN messager ; exocytose ; voie sexuelle ; génome ; cellules saines ; ARN viral ; glycoprotéine 120 ; transcriptase inverse ; mère-enfant.

LES CONSÉQUENCES DE L'INFECTION DE L'ORGANISME PAR LE VIH

LES CONSÉQUENCES DE LA PROLIFÉRATION DU VIH DANS L'ORGANISME

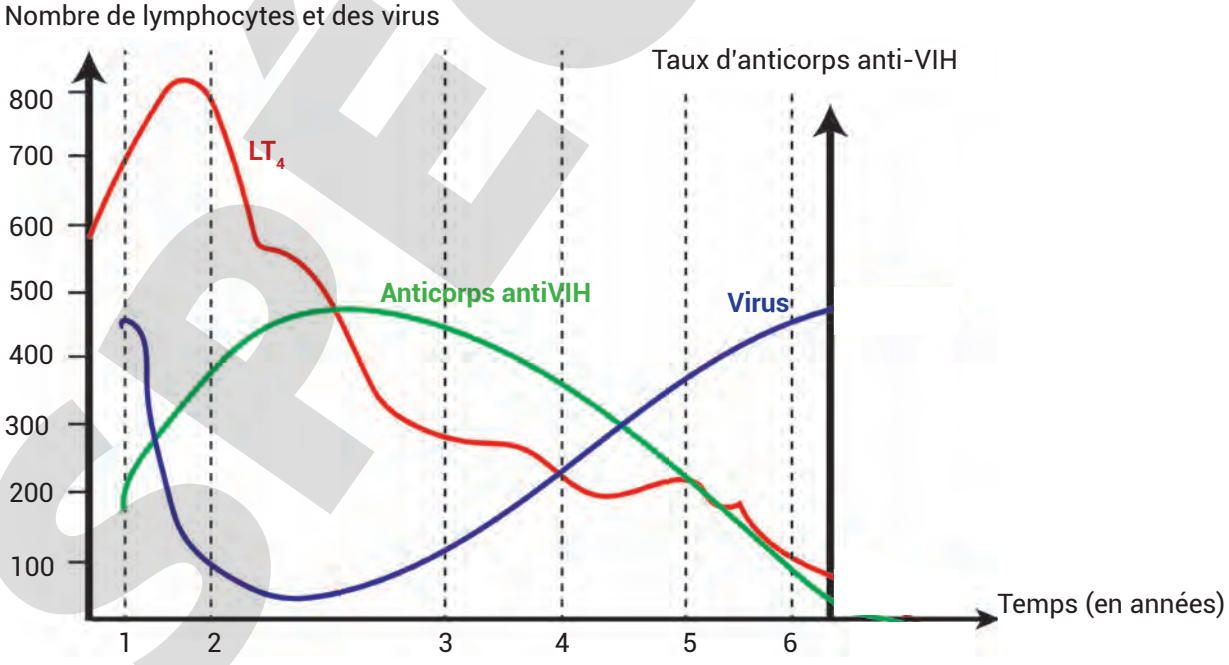
Activité 1

- ***Donne le principe de l'expérience de mise en évidence de l'évolution du nombre de lymphocytes T_4, du nombre de virus et du taux d'anticorps anti-VIH dans le plasma.***
- ***Décris le protocole expérimental.***

Le point de l'activité

L'évolution du nombre de lymphocytes T_4 et de VIH est observée au microscope et des dosages du taux d'anticorps anti-VIH effectués chez des sujets infectés sur plusieurs années.

Les résultats des observations et des dosages sont représentés par les courbes du document 3



SPÉCIMEN

0 : Aucun symptôme.
1 : Infection aiguë (fatigue, fièvre céphalée...).
2 : Gonflement des ganglions.
3 et 4 : Mauvais fonctionnement du système immunitaire.
5 : Signes cliniques de dysfonctionnement du système immunitaire.
6 : Déficience totale avec maladies opportunistes très graves.

Document 3 : les courbes d'évolution du nombre de lymphocytes T_4, du taux d'anticorps anti-VIH et de la quantité de virus (VIH) en fonction du temps

Le point de l'activité

Pendant la première année de l'infection, le nombre de LT_4 et le taux d'anticorps anti-VIH augmentent respectivement de 570 à 800/mm³ de sang et de 0 à 400/mm³ de sang alors que la quantité de virus augmente fortement (de 0 à 450/mm³ de sang) puis diminue (de 450 à 100/mm³ de sang environ).

Au cours de cette période, pendant les trois premiers mois, il n'y a aucun symptôme (stade 0), puis une infection aigüe (stade 1) apparaît les mois suivants.

Pendant les six dernières années, le nombre de LT_4 diminue progressivement jusqu'à s'annuler à la septième année (de 800 à 0/mm³ de sang) et le taux d'anticorps anti-VIH continue d'augmenter jusqu'à 450/mm³ de sang à la deuxième année puis baisse progressivement et tend à s'annuler à la fin de la septième année. Tandis que la quantité de virus, faible pendant la deuxième année (50/mm³ de sang), augmente progressivement jusqu'à la septième année où la quantité du virus atteint sa valeur maximale (environ 450 virus/mm³ de sang).

Pendant cette période, six stades de la maladie se succèdent. Au stade 2 (deuxième et troisième années), les ganglions gonflent, aux stades 3 et 4 (quatrième et cinquième années), il y a un mauvais fonctionnement du système immunitaire, au stade 5 (sixième année), des signes cliniques du dysfonctionnement du système immunitaire apparaissent et au stade 6 (septième année), la quantité de LT_4 et d'anticorps anti-VIH étant très faibles, il y a alors une déficience totale du système immunitaire. Ainsi, le VIH provoque une désorganisation du système immunitaire qui répond d'une manière insuffisante (immunodéficience) aux agressions des microbes, provoquant l'apparition de maladies opportunistes très graves (zona, diarrhée chronique, sarcome de Kaposi, pneumonies, tuberculose...) : c'est le **dysfonctionnement du système immunitaire.**

L'ensemble des maladies opportunistes (syndrome) qui apparaissent suite au dysfonctionnement du système immunitaire (immunodéficience) chez un sujet constitue la phase dite SIDA ou Syndrome de l'Immunodéficience Acquise.

Le virus de l'immunodéficience humaine affaiblit l'organisme infecté.

Vérifie tes acquis

Le texte ci-dessous est relatif aux différents stades de l'infection de l'organisme par le VIH.

Jusqu'à 3 mois, après l'injection du matériel génétique du VIH dans le cytoplasme du lymphocyte T_4, la ...**1**... augmente fortement dans l'organisme. Pendant cette période, l'individu infecté ne développe aucune maladie mais il peut transmettre le ...**2**... C'est le stade de la ...**3**... Ensuite, apparaissent dans le sang de l'individu infecté des ...**4**... et le sujet est dit ...**5**... Des lymphocytes

SPECIMEN

T cytotoxiques spécifiques sont dirigés contre les cellules infectées par le virus. La défense immunitaire reste active mais le VIH continue à se multiplier et le nombre de lymphocytes T_4 diminue. C'est la ...**6**... À la fin, on assiste au niveau de l'organisme, à une baisse drastique du nombre de ...**7**... et du taux d'anticorps. Pendant ce temps la quantité de virus dans le sang augmente considérablement et des ...**8**... se développent au sein de l'organisme affaibli. On atteint alors le stade du ...**9**...

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : séropositif ; primo-infection ; charge virale ; phase asymptomatique ; Syndrome d'Immunodéficience Acquise ; VIH à d'autres individus ; lymphocytes T_4 ; anticorps anti-VIH ; maladies opportunistes.

LA PROTECTION CONTRE L'INFECTION AU VIH ET LE TRAITEMENT DU VIH/SIDA

LES MESURES DE PROTECTION CONTRE L'INFECTION AU VIH ET LE TRAITEMENT DU VIH/SIDA

Activité 1

- ***Effectue des recherches dans des ouvrages sur les mesures de prévention du VIH et son traitement.***
- ***Relève les résultats des recherches.***

Le point de l'activité

En vue de déterminer les mesures de protection contre l'infection au VIH et le traitement contre le VIH/SIDA, une enquête est réalisée

Les résultats de cette enquête sont présentés par le texte ci-dessous.

Texte

Les mesures de prévention contre l'infection au VIH sont importantes pour éviter la transmission du virus. Les règles de prévention du VIH dans le cadre des rapports sexuels reposent sur l'utilisation du préservatif. L'objectif est d'éviter tout contact direct avec le sperme, les sécrétions vaginales ou le sang. Les mesures de prévention en cas d'une pré-exposition au VIH (PrEP) pour réduire le risque de contamination du VIH par voie sexuelle se fait par l'utilisation d'antirétroviraux (TRUVADA et certains génériques) Cette prophylaxie pré-exposition s'inscrit comme un mode de prévention complémentaire aux autres mesures préconisées pour prévenir l'infection par le VIH : l'utilisation du préservatif (qui protège contre le risque d'autres infections sexuellement transmissibles, IST), la fidélité à un(e) seul(e) partenaire sexuel(le), l'abstinence sexuelle, éviter tout contact avec du sang contaminé par le VIH, le contrôle du sang avant toute transfusion sanguine, l'utilisation de matériels stérilisés ou à usage unique, le dépistage régulier du VIH et le traitement antirétroviral, chez les mères séropositives porteuses d'une grossesse ou allaitantes. Celles-ci doivent obtenir l'avis d'un prestataire de santé pour prévenir la transmission pendant la grossesse et l'accouchement, et concernant aussi leurs options d'allaitement.

Les auteurs

SPÉCIMEN

Activité 2

- **Lis le texte**
- **Relève dans le texte les moyens de prévention contre l'infection au VIH.**
- **Précise le traitement utilisé contre le VIH/SIDA.**
- **Tire une conclusion.**

Le point de l'activité

Les mesures de protection contre l'infection au VIH sont déterminées en fonction des voies de transmission du virus.

Les mesures de protection contre la transmission du VIH par **voie sexuelle** sont l'utilisation du **préservatif** (qui protège contre le risque d'autres infections sexuellement transmissibles, IST), la **fidélité** à un(e) seul(e) partenaire sexuel(le), l'abstinence sexuelle.

Les mesures de protection contre la transmission du VIH par **voie sanguine** consistent à éviter tout contact avec du sang d'un séropositif, à contrôler le sang avant toute transfusion sanguine, à utiliser des matériels stérilisés ou à usage unique.

Les mesures de protection contre la transmission du VIH par **voie mère-enfant** consiste à la prise d'antirétroviraux et à adopter une option d'allaitement sur avis d'un prestataire de santé.

Le traitement de l'infection au VIH/SIDA se fait à travers la prise des **antirétroviraux** qui empêchent la multiplication du VIH dans l'organisme.

La protection contre l'infection au VIH nécessite des comportements responsables.

Utilise tes acquis

Au cours d'une conférence organisée dans votre établissement sur le VIH/SIDA, des élèves reçoivent de la part du conférencier le tableau ci-dessous.

Mois après contamination	6	24	48	72	96	108
Quantité de VIH (nombre de molécules d'ARN viral par ml de plasma)	106	102	105	108	1011	1013
Concentration d'anticorps anti-VIH (par mm^3 de sang)	500	750	450	400	200	50
Nombre de lymphocytes T4 (par mm3 de sang)	800	900	500	300	100	30
Nombre de lymphocytes T8 (par mm3 de sang)	650	700	700	500	400	200

Document

Quelques élèves présents à cette conférence te sollicitent pour que tu les aides à exploiter le document.

1- Définis les sigles VIH et SIDA.
2- Analyse le document.
3- Interprète-le.

SPECIMEN

Retiens l'essentiel

Le VIH (Virus de l'Immunodéficience Humaine) est l'agent pathogène du SIDA. C'est un rétrovirus capable de transformer son ARN en ADN grâce à la transcriptase inverse. Il est transmis à l'organisme par voie sanguine, voie sexuelle ou voie mère-enfant. Une fois dans l'organisme, il s'attaque aux lymphocytes T_4 (LT_4). Il se fixe d'abord sur la membrane LT_4, puis injecte son matériel génétique (ARN et transcriptase inverse) dans le cytoplasme de celui-ci. L'ARN viral se transforme en ADN proviral puis intègre l'ADN du LT_4. Après cette intégration à l'ADN du LT_4, il peut rester dormant pendant plusieurs années. Dans ce cas, l'individu infecté ne présente aucun symptôme de la maladie : il est dit porteur asymptomatique ou porteur sain ou séropositif. Le virus à un moment donné peut se multiplier à l'intérieur du LT_4 et provoquer sa destruction. Les virus libérés infectent d'autres LT_4 qui vont à leur tour être détruits par le virus. Ainsi, la prolifération du virus entraîne la diminution importante de la population des LT_4, à l'origine du dysfonctionnement du système immunitaire. Cela favorise l'apparition des maladies opportunistes : c'est le stade SIDA qui peut entraîner la mort du sujet.

L'infection au VIH peut être évitée en adoptant des comportements responsables qui constituent des mesures de protection ou de prévention. Les séropositifs et les personnes exposées à l'infection du VIH utilisent un traitement antirétroviral.

SPÉCIMEN

1 Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'infection due au VIH.

1- Le rapport sexuel est le seul moyen de transmission du VIH.

2- Les lymphocytes T4 sont la principale cible du VIH.

3- Le VIH se fixe sur les protéines membranaires CD4.

4- Le VIH infecte majoritairement les hommes.

5- Le VIH est l'agent pathogène du sida.

6- Le sida est la phase ultime de l'infection par le VIH.

7- Un séropositif est incapable de transmettre le VIH à une personne saine.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2 En réponse à la consigne suivant : « décris la structure du VIH », des élèves font les propositions ci-après.

1- Le VIH contient un cytoplasme dans lequel baignent les molécules d'ARN viral portant chacune une transcriptase inverse.

2- Le VIH est limité à l'extérieur par une enveloppe protéique portant le gp 120 et le gp 41.

3- Le VIH contient une capside à l'intérieur de laquelle se trouvent deux molécules d'ARN viral portant chacune une transcriptase inverse.

4- Le VIH contient une membrane plasmique, un cytoplasme et un noyau.

5- Le VIH est constitué d'une molécule d'ARN viral enfermée à l'intérieur d'une capside.

6- Le VIH est constitué d'une enveloppe lipidique portant le gp 120 en dessous de laquelle se trouve une couche de protéines portant le gp 41.

Relève les chiffres des propositions justes.

3 Le tableau ci-dessous présente les différentes phases d'évolution de l'infection au VIH et quelques caractéristiques.

Phases de l'infection	Caractéristiques
1- Phase asymptomatique 2- Phase sida 3- Phase primo-infection	a- Apparition de maladies opportunistes b- Augmentation rapide de la charge virale en 2 ou 3 mois c-Apparition d'anticorps anti-VIH dans le sang d- Absence d'anticorps anti-VIH e- Désorganisation du système immunitaire f- Augmentation progressive de la charge virale sur plusieurs années g- Faible taux de la charge virale.

Associe chaque phase de l'infection à ses caractéristiques, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

4 Les étapes ci-dessous relatives au mécanisme de l'infection du lymphocyte T_4 par le VIH te sont présentées dans le désordre.

1- Transformation de l'ARN viral en ADN proviral grâce à la transcriptase inverse
2- Destruction du lymphocyte T_4
3- Fixation du VIH sur le lymphocyte T_4
4- Bourgeonnement des virus
5- Assemblage des protéines virales pour former de nouveaux virus
6- Injection de l'ARN viral et de la transcriptase inverse dans le lymphocyte T_4
7- Transcription de l'ADN viral en ARN messager viral
8- Intégration de l'ADN proviral à l'ADN du lymphocyte T_4 pour former l'ADN viral
9- Synthèse des protéines virales.

Range-les dans l'ordre chronologique du déroulement du mécanisme de l'infection du lymphocyte T_4 par le VIH, en utilisant les chiffres.

5 Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte aux conséquences de l'infection de l'organisme par le VIH.

Le VIH pénètre dans l'organisme par voie sanguine, par ....**1**... ou par voie mère-enfant. Parvenu au sang, il s'attaque principalement aux ....**2**... qu'il détruit. Les quantités de lymphocytes T_4 et d'anticorps anti-VIH deviennent très faibles. Le ....**3**... provoque alors une désorganisation du ....**4**... qui répond d'une manière insuffisante aux agressions des microbes. Des ....**5**... telles que le zona, la diarrhée chronique, le sarcome de Kaposi, la pneumonie, la tuberculose apparaissent : c'est la ....**6**.... Lorsque l'infection se poursuit en l'absence d'un traitement, le sujet infecté peut ....**7**....

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots qui conviennent, en utilisant les chiffres.

6 Les affirmations ci-dessous sont relatives aux mesures de protection contre l'infection au VIH.

1- L'utilisation de préservatif masculin lors des rapports sexuels permet d'éviter l'infection par le VIH.
2- Les antirétroviraux détruisent le VIH.
3- Le test de dépistage est un moyen de prévention de l'infection au VIH.
4- L'abstinence sexuelle est le seul moyen de prévention contre le VIH.
5- L'une des mesures de protection contre la transmission du VIH par voie sanguine consiste à transfuser du sang à toute personne anémiée.
6- La femme séropositive en période de menstrues doit prendre des précautions pour éviter d'infecter des sujets sains.
7- La prise d'antirétroviraux par une femme séropositive enceinte empêche la transmission du VIH à son bébé.
8- Les antirétroviraux empêchent la multiplication du VIH dans l'organisme.

Réponds par vrai ou faux à chaque affirmation, en utilisant les lettres.

7 Les séries de propositions ci-dessous se rapportent à l'infection due au VIH.

1- La séropositivité est définie par la présence :

a- du VIH dans le sang ;
b- d'anticorps anti-VIH dans le sang ;
c- de lymphocyte B dans le sang.

2- L'infection du lymphocyte T_4 par le VIH débute par :

a- la fixation du virus sur la cellule hôte ;
b- la transcription de l'ARNm en ADN proviral ;
c- l'injection du matériel génétique du virus dans la cellule hôte.

SPÉCIMEN

3- Une fois dans l'organisme, le VIH s'attaque aux :

a- lymphocytes B ;
b- lymphocytes T_8 ;
c- lymphocytes T_4 .

4- L'infection du lymphocyte T_4 par le VIH s'achève par :

a- la synthèse des protéines ;
b- l'intégration de l'ADN proviral à l'ADN de la cellule hôte ;
c- le bourgeonnement des virions.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

8 Le texte à trous ci-dessous se rapporte au mécanisme de l'infection du lymphocyte T_4 par le VIH.

Le VIH se fixe sur la membrane des lymphocytes T_4 portant les récepteurs CD_4 grâce au .....**1**.... du virus. Le .....**2**.... aide la membrane virale et la membrane cellulaire à fusionner. Le matériel génétique du VIH constitué de deux molécules d'ARN et la .....**3**.... est injecté dans le cytoplasme de la cellule hôte. L'ARN viral est transcrit en ADN proviral. Le VIH est donc un .....**4**.... . L'ADN proviral entre dans le noyau du lymphocyte T_4 et .....**5**.... son ADN. À ce stade, le virus peut subsister à l'état latent dans la cellule hôte du sujet infecté plusieurs années sans provoquer de maladie. Le sujet est dit .....**6**..... L'ADN proviral est .....**7**.... en ARN messager et en .....**8**..... L'ARN messager permet la synthèse des .....**9**.... qui s'assemblent pour former de nouveaux virus qui sortent de la cellule infectée par .....**10**.... provoquant ainsi sa destruction.

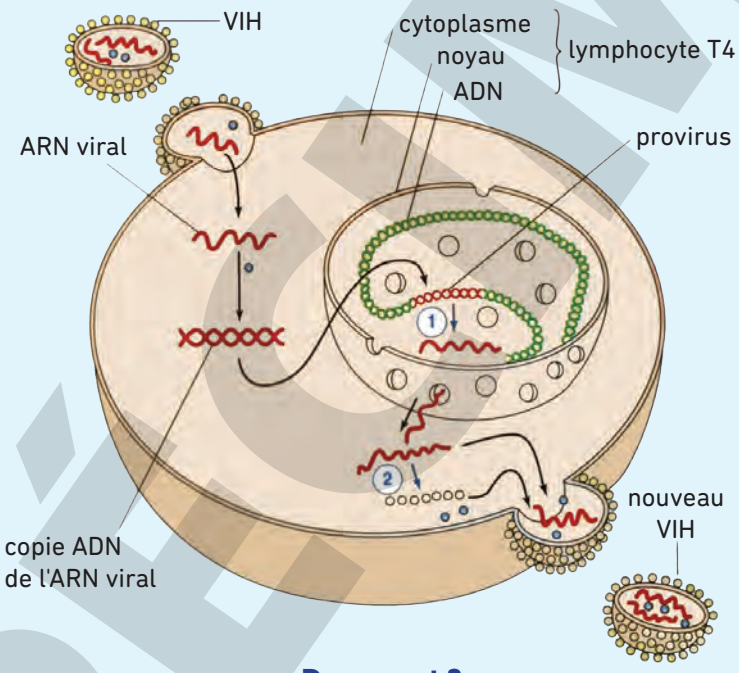
Complète ce texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : gp 120 ; transcrit ; transcriptase inverse ; gp 41 ; rétrovirus ; séropositif ; ARN viral ; intègre ; protéines virales ; bourgeonnement.

SPÉCIMEN

1 Un élève de Terminale D désire approfondir ses connaissances après la leçon sur l'infection de l'organisme par le VIH. Il effectue des recherches sur internet et découvre les documents 1 et 2 ci-dessous.

Années après contamination par le VIH	Nombre de lymphocytes T_4 (cellules / ml de sang)
1	$3.1\ 10^3$
2	$2,2\ 10^3$
3	$1,5.10^3$
4	$0,8.10^3$
5	$0,5.10^3$
6	$0,2.10^3$

Document 1



Document 2

Il éprouve des difficultés à exploiter les documents, il te sollicite pour l'aider.

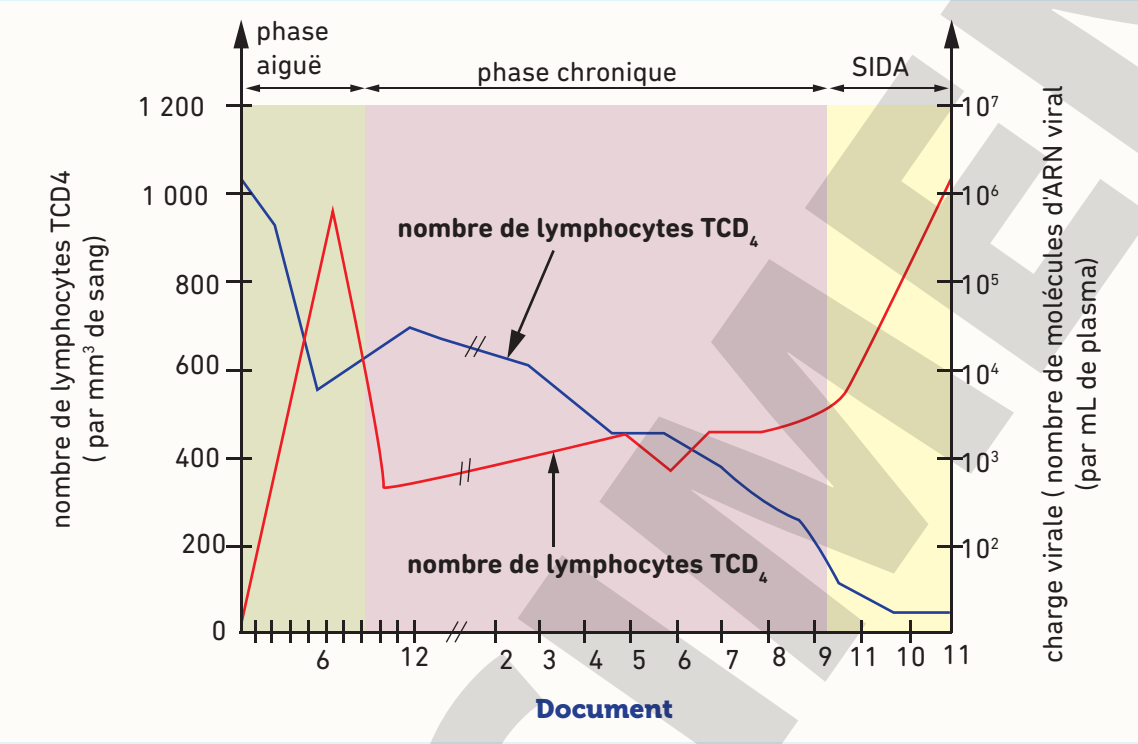
1-Définis le sigle VIH.

2-Analyse le document 1.

3-Explique l'évolution du nombre de lymphocytes T_4 en t'appuyant sur le document 2.

SPÉCIMEN

2 Pour la préparation d'un devoir surveillé sur l'infection de l'organisme par le VIH, une de tes camarades de classe découvre lors de ses recherches le document ci-dessous.



Document

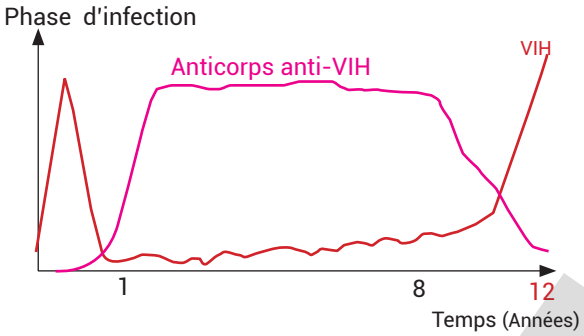
Il éprouve des difficultés à exploiter le document, il te sollicite pour l'aider.

1- Analyse le document.
2- Interprète-le.
3- Tire une conclusion.

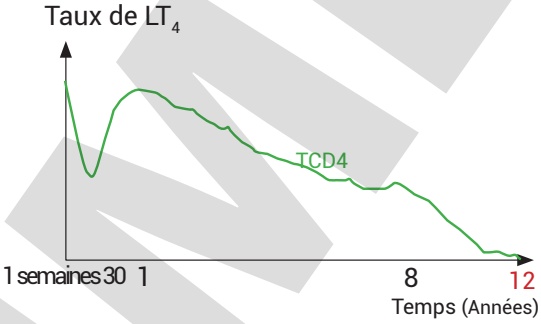
SPÉCIMEN

Un élève de 4e observe que les jeunes filles de son village, qui sont allées à la capitale pour travailler comme filles de ménage, reviennent souvent au village malades et très amaigries. Elles meurent toutes quelques semaines après leur arrivée. Curieux, il interroge son grand frère qui lui dit que ces filles meurent à la suite de l'infection par le VIH contractée au cours des rapports sexuels non protégés.

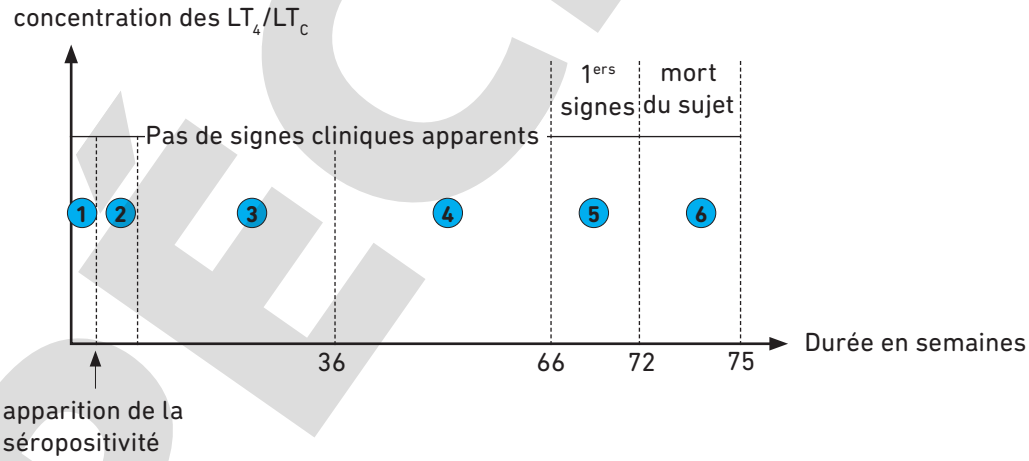
Soucieux de comprendre le mécanisme d'infection du virus à l'origine de ces nombreux décès, il sollicite ton aide. Tu t'appuies sur les documents ci-dessous pour l'informer.



Document 1 : Évolution du nombre de VIH et d'anticorps anti-VIH dans l'organisme d'un individu séropositif



Document 2 : Évolution du taux de LT_4 dans l'organisme d'un individu séropositif



Document 3 : évolution de la maladie

1-Analyse le document 1.

2-Interprète-le.

3-Explique l'évolution de la maladie à partir des documents 1, 2 et 3.

SPECIMEN

Enrichis tes connaissances

L'étude de l'infection de l'organisme par le VIH a permis de connaitre la structure du VIH, son mode d'action et l'impact de l'infection sur l'organisme infecté.

Le dépistage de l'infection par le VIH

En plus des lymphocytes T_4 qui sont les cellules cibles du VIH, il existe aussi les macrophages qui possèdent des récepteurs CD4 et sont aussi de ce fait les cellules cibles du VIH.

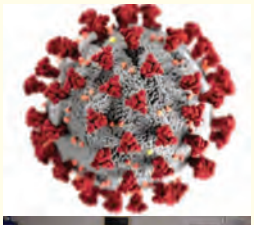
Pour connaitre son statut sérologique, il existe le test d'ELISA et le test de Western blot.

Le test d'ELISA vise à détecter la présence dans le sérum d'anticorps anti-VIH en retenant ces derniers par des antigènes VIH fixés sur un support. Il est prudent de confirmer un test d'ELISA positif par une méthode comme par exemple le test de western blot. Il s'agit aussi de mettre en contact le sérum avec des antigènes viraux. Ces derniers correspondent à différentes protéines virales disposées sur une bandelette-test et séparées en fonction de leur taille.

Le traitement de l'infection par le VIH

Il n'existe pas de traitement curatif pour le SIDA, mais il existe des médicaments pour ralentir son évolution naturelle. Ces médicaments sont qualifiés d'antiviraux car leur fonction est de bloquer telle ou telle étape du cycle de reproduction du virus. Le plus ancien antiviral est l'AZI (azidothymidine) qui est un inhibiteur de la transcriptase inverse. De nos jours, les médecins administrent plusieurs antiviraux qui ont des modes d'action à différents niveaux du virus. Ces traitements retardent considérablement la phase déficience immunitaire aiguë.

Le corona virus



La maladie à coronavirus (COVID19) est une maladie infectieuse due au virus SARS-CoV-2. Elle se manifeste par des signes respiratoires, comme une toux, un essoufflement ou une sensation d'oppression dans la poitrine ; des maux de tête, des courbatures, une fatigue inhabituelle ; une perte brutale de l'odorat (sans obstruction nasale), une disparition totale du goût et une diarrhée.

Par analyse génétique, on estime que le SARS-CoV-2 est issu d'un coronavirus de chauve-souris qui serait devenu infectieux pour l'Homme en ayant acquis des gènes propres aux coronavirus du pangolin. Les conditions d'apparition du SARS-CoV-2 sont encore obscures.

La COVID-19 se transmet d'une personne infectée à d'autres personnes par des gouttelettes respiratoires et des aérosols dont la taille peut varier, par exemple : de grosses gouttelettes qui tombent au sol rapidement (en quelques secondes ou minutes) près de la personne infectée.

SPECIMEN

SPECIMEN

SPÉCIMEN

Achevé d'imprimer sous les presses de : JD Éditions
Pour le compte de JD Éditions.
Dépôt légal : N° 2410 du 15 mai 2025
2e trimestre 2025
Tél. : 25 23 00 17 50 / 07 88 89 28 10

SPECIMEN

Collection Iroko

Un outil didactique qui se recommande en raison de la richesse de son contenu. Chaque leçon offre la structure suivante :

- ***Habiletés et contenus***
- ***Situation d'apprentissage***
- ***Découvre***
- ***Retiens l'essentiel***
- ***Renforce tes acquis***
- ***Consolide tes acquis***
- ***Approfondis tes acquis***
- ***Enrichis tes acquis***

Nos manuels

ISBN : 978-2-487642-50-8

Scannez moi !

Version numérique

SPECIMEN